

15.801/H/02

PERPUSTAKAAN
TICS

TUGAS AKHIR

**ANALISA BIAYA, WAKTU DAN METODE PELAKSANAAN
PEKERJAAN DINDING DIAPHRAGMA DENGAN SISTEM
BETON PRACETAK DAN COR SETEMPAT**
(Studi Kasus Proyek Jalan *Under Way Tanah Abang Jakarta*)

Disusun oleh :

TAUFIK MOHAMAD H.
NRP. 3198.109.503

RSS
658 409

Tau
a-1

2002



**PROGRAM SARJANA EKSTENSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2002**

TUGAS AKHIR

**ANALISA BIAYA, WAKTU DAN METODE PELAKSANAAN
PEKERJAAN DINDING DIAPHRAGMA DENGAN SISTEM
BETON PRACETAK DAN COR SETEMPAT**
(Studi Kasus Proyek Jalan *Under Way Tanah Abang Jakarta*)

Surabaya, 19 Juni 2002

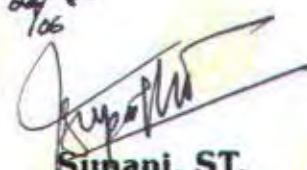
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing :


Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng

NIP. 131.577.263



24/02
106

Supani, ST.
NIP. 132.206.860

**PROGRAM SARJANA EKSTENSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2002**

**ANALISA BIAYA, WAKTU DAN METODE PELAKSANAAN
PEKERJAAN DINDING DIAPHRAGMA DENGAN SISTEM
BETON PRACETAK DAN COR SETEMPAT
(Study Kasus Proyek Jalan Under Way Tanah Abang Jakarta)**

Oleh :

Taufik Mohamad H
NRP. 3198109503

Dosen pembimbing :

1. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng
2. Supani, ST

ABSTRAK

Mengingat volume lalu-lintas yang sangat padat seiring dengan pertumbuhan kegiatan perekonomian yang pesat di Jakarta, maka diperlukan sarana dan prasarana yang baik. Sehingga muncul suatu ide untuk membangun sarana dan prasarana dibawah tanah.

Perkembangan ilmu dan teknologi memperkenalkan bentuk-bentuk konstruksi, metode kerja guna mencapai hasil pekerjaan yang optimal dengan memperhatikan fungsi dari dinding diaphragma dan mempertimbangkan segi biaya, waktu dan kemudahan pelaksanaan pekerjaan tersebut.

Tugas akhir ini membahas perbandingan metode pelaksanaan dinding diaphragma sistem beton Pracetak dengan sistem Cor Setempat, mulai tahap pekerjaan persiapan sampai tahap penyelesaian pembuatan dinding diaphragma. Pada pelaksanaan dinding diaphragma sistem pracetak untuk pekerjaan penggalian dan pengecoran tidak dibedakan antara primary dan secondary dan tidak ada pemasangan CWS yang seperti yang dilakukan pada sistem cor setempat. Hal tersebut menyebabkan waktu pelaksanaan sistem pracetak lebih cepat dibandingkan dengan sistem cor setempat. Pada kondisi lahan pekerjaan yang sempit, metode pelaksanaan konstruksi dinding diaphragma sistem pracetak lebih mudah diterapkan dibandingkan sistem cor setempat, karena panel pracetak dipesan dari pabrik dan tidak membutuhkan lahan pembuatan serta penyimpanan yang luas.

Hal lain yang dibahas secara khusus adalah perbandingan analisa biaya dan waktu pelaksanaan dinding diaphragma sistem pracetak dengan sistem cor setempat. Dari hasil analisa, maka didapatkan bahwa sistem pracetak membutuhkan waktu pelaksanaan selama 60 hari dengan biaya sebesar Rp. 1.856.276.410,00, sedangkan sistem cor setempat membutuhkan waktu pelaksanaan selama 85 hari dengan biaya sebesar Rp. 1.505.983.255,00.

Setelah dilakukan evaluasi yang menyeluruh dengan metode matriks maka hasil yang didapat yaitu sistem cor setempat lebih layak digunakan untuk pembuatan dinding diaphragma pada proyek Under Way Tanah Abang Jakarta.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, akhirnya kami dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul :

ANALISA BIAYA, WAKTU DAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN DINDING DIAPHRAGMA DENGAN SISTEM BETON PRACETAK DAN COR SETEMPAT

(Studi Kasus Proyek Jalan Under Way Tanah abang Jakarta)

Adapun maksud dan tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan akademis untuk memperoleh gelar sarjana pada bidang studi Manajemen Konstruksi, Program Sarjana Ekstensi Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Terwujudnya penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Orang tua kami yang telah banyak memberikan bantuan baik moril maupun material
2. Bapak Hitapriya Suprayitno, Ir. MEng, selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Supani, ST, selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak M. Heri Zulfikar ST MT, yang telah banyak memberikan bantuan kepustakaan dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Budiarto Ir, Selaku proyek manajer PT. Indo Pora pada proyek under way Tanah Abang Jakarta yang banyak memberikan kemudahan pengumpulan data dan pengamatan dilapangan.
6. Bapak Nadjajdji Anwar, Ir. Msc. Dr. Prof, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITS.
7. Bapak Indrasurya B. Mochtar, Ir. Msc. PhD, selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITS.

8. Ibu Fifi Sofia Ir, selaku Ketua Koordinator Teknik Sipil Ekstensi Lintas Jalur Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITS.
9. Bapak Sudjanarko S. Ir, MEng, selaku Dosen Wali
10. Serta semua pihak yang telah banyak membantu baik langsung maupun tidak langsung.

Kami menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini kami sudah berusaha semaksimal mungkin untuk mencapai hasil yang baik namun tidak lepas dari kekurangan. Untuk itu kami mohon maaf sebesar-besarnya dan terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang telah membaca Tugas Akhir ini.

Akhir kata kami ucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini berguna bagi kami serta semua pihak.

Surabaya, Mei 2002

Homat kami

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	3
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.4. Lingkup Pembahasan	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar Teori Dinding Diaphragma	5
2.1.1. Fungsi dan Tujuan Penggunaan Diaphragm Wall	7
2.1.2. Jenis-jenis Dinding Diaphragma	8
2.2. Tinjauan Pemilihan Metode Dinding Diaphragma sistem Pracetak dan sistem Cor setempat	10
2.2.1. Alternatif pemilihan sistem Struktur Dinding Diaphragma Pracetak	10
2.2.2. Alternatif pemilihan sistem Struktur Dinding Diaphragma Cor setempat	12
2.3. Konsep Dasar Analisa Waktu dan Biaya	13
2.3.1. Menyusun Analisa Biaya	14
2.3.2. Menyusun Time Schedule	16

BAB III. METODOLOGI

3.1. Metodologi Penelitian	23
3.2. Alir metodologi Penelitian	25

BAB IV. METODE PELAKSANAAN

4.1. Umum	26
4.2. Metode Pelaksanaan Dinding Diaphragma Sistem Pracetak	27
4.2.1. Pekerjaan Persiapan Lapangan	28
4.2.2. Mobilisasi Peralatan	29
4.2.3. Pekerjaan Guide Wall	30
4.2.4. Perencanaan Mixing Plant	33
4.2.5. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Diaphragma Sistem Pracetak	34
4.3. Metode Pelaksanaan Dinding Diaphragma Sistem Cor Setempat	40
4.3.1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Diaphragma Sistem Cor Setempat	41
4.4. Pekerjaan Galian Under way	45

BAB V. ANALISA WAKTU DAN BIAYA KONSTRUKSI DINDING DIAPHRAGMA

5.1. Tinjauan Umum	48
5.2. Analisa Perhitungan Produktivitas dan Waktu Pelaksanaan	48
5.2.1. Perhitungan Volume Pekerjaan	48
5.2.2. Perhitungan Durasi Waktu Kegiatan	52
5.3. Analisa Biaya	56
5.3.1. Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan	56
5.3.2. Perhitungan Analisa Biaya	58

BAB VI. ANALISA PERBANDINGAN PEKERJAAN

6.1. Perbandingan Waktu Pelaksanaan	61
6.2. Perbandingan Biaya Pelaksanaan	62
6.3. Perbandingan Metode Pelaksanaan	62
6.4. Matriks Evaluasi	63
6.4.1. Zero One Matriks Evaluasi	63
6.4.2. Pembobotan Kriteria	64
6.4.3. Matriks Evaluasi Pemilihan Metode Pelaksanaan	65
6.4.4. Hasil Analisa Matriks Evaluasi	70

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan	71
7.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Contoh Analisa harga satuan pekerjaan pembesian Guide Wall	15
Tabel 2.2. Contoh Format Analisa Biaya	16
Tabel 5.1. Volume 1 Panel Cast in Place Diaphragma Wall	51
Tabel 5.2. Perbandingan Volume Precast dengan Cast in Place untuk 100 m ³	52
Tabel 5.3. Perhitungan Durasi waktu Guide Wall (dinding pengarah)	53
Tabel 5.4. Perhitungan Durasi waktu Precast Diaphragm Wall	54
Tabel 5.5. Perhitungan Durasi waktu Cast in Place Diaphragm Wall	55
Tabel 5.6. Perhitungan analisa harga satuan Pekerjaan Pendahuluan	56
Tabel 5.7. Perhitungan analisa harga satuan Pekerjaan Guide Wall	57
Tabel 5.8. Perhitungan analisa harga satuan Pekerjaan Precast Daphragm Wall ...	57
Tabel 5.9. Perhitungan analisa harga satuan Pekerjaan Cast in Place Diaphragm Wall	58
Tabel 5.10 Analisa Biaya Pekerjaan Precast Diaphragm Wall	59
Tabel 5.11 Analisa Biaya pekerjaan Cast in Place Diaphragma Wall	60
Tabel 6.1. Perbandingan Waktu Pelaksanaan	61
Tabel 6.2. Perbandingan Biaya Pelaksanaan	62
Tabel 6.3. Zero One Matriks Evaluasi	64
Tabel 6.4. Bobot Kriteria Matriks Evaluasi	64
Tabel 6.5. Matriks Evaluasi Pemilihan Metode Pelaksanaan	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tampak atas sambungan antar panel dengan sistem Stop End Pipe ..	6
Gambar 2.2. Tampak atas sambungan antar panel dengan sistem CWS	6
Gambar 2.3. Bagan Dasar Perencanaan Konstruksi	13
Gambar 2.4. Bagan Proses Penyusunan Analisa Biaya	14
Gambar 2.5. Bagan tahapan penyusunan Penjadwalan pelaksanaan	16
Gambar 2.6. Contoh Simple Diagram Bar Chart	18
Gambar 2.7. Diagram Activity on Arrow (AOA)	19
Gambar 2.8. Diagram Activity on Node (AON)	19
Gambar 2.9. Contoh hubungan aktivitas dalam Diagram Garis	20
Gambar 2.10 Hubungan aktivitas Diagram Skala Waktu	21
Gambar 2.11 Skema scheduling dengan Software Primavera	22
Gambar 3.1. Bagan Alir Kegiatan Metodologi	25
Gambar 4.1. Potongan Melintang Diaphragm Wall Proyek Under Way	26
Gambar 4.2. Alir Pekerjaan Precast Diaphragm Wall	27
Gambar 4.3. Sketsa Potongan Guide Wall	30
Gambar 4.4. Siklus Penggalian parit panel Precast Diaphragm Wall	36
Gambar 4.5. Tampak Potongan panel Precast Diaphragm Wall	39
Gambar 4.6. Rangkaian panel Precast Diaphragm Wall	39
Gambar 4.7. Alir Pekerjaan Cast in Place Diaphragm Wall	40
Gambar 4.8. Siklus Penggalian Parit dan Pengecoran sistem Cast in Place	46
Gambar 4.9. Konstruksi Cast in Place Diaphragm Wall	47
Gambar 5.1. Potongan Guide Wall	49
Gambar 5.2. Potongan Precast Diaphragm Wall	49
Gambar 5.3. Ukuran Konstruksi Cast in Place Diaphragm Wall	50

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Gambar Foto

Gambar 1. Lokasi penempatan Mixing Plan dan Pembesian	74
Gambar 2. Kolam penampungan cairan Bentonite Slurry	74
Gambar 3. Pekerjaan Pengecoran Guide Wall	75
Gambar 4. Pabrikasi Panel Dinding Diaphragma sistem Cor Setempat	75
Gambar 5. Peralatan gali Kelly Grab	76
Gambar 6. Pekerjaan Penggalan Dinding Diaphragma	76
Gambar 7. Detail Proses Penggalan dengan alat Kelly Grab	77
Gambar 8. Proses Pembuangan tanah dengan alat Kelly Grab	77
Gambar 9. Pemasangan CWS dan pergisian Bentonite Slurry	78
Gambar 10. Peralatan CWS	78
Gambar 11. Detail Bentuk Water Stop Joint (CWS)	79
Gambar 12. Tahapan Pelepasan Peralatan CWS	79
Gambar 13. Cara dan Tempat menumpuk Panel Pracetak	80
Gambar 14. Detail bentuk Panel Pracetak	80
Gambar 15. Pekerjaan Pengangkatan dan Pemasangan Panel Pracetak	81
Gambar 16. Hasil Pemasangan Panel Dinding Diaphragma Pracetak	81

LAMPIRAN 2 : Tabel Harga material, upah kerja dan sewa peralatan	82
--	----

LAMPIRAN 3 : Tabel Volume Kegiatan Dinding Diaphragma (100 m)	83
---	----

LAMPIRAN 4 : Tabel Hubungan keterkaitan antar kegiatan Dinding Diaphragma	85
--	----

LAMPIRAN 5 : Diagram Bar Chart	87
--------------------------------------	----

LAMPIRAN 6 : Diagram Precedence (PDM)	89
---	----

LAMPIRAN 7 : Perhitungan Struktur Panel Pracetak	91
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jakarta sebagai ibukota negara Indonesia memiliki karakteristik wilayah yang luas dengan tingkat kegiatan beragam dan padat. Kepadatan kegiatan itu akan menimbulkan berbagai masalah, sebagai contoh adalah lalu-lintas. Volume lalu-lintas kendaraan berkembang sangat pesat seiring dengan pertumbuhan kegiatan perekonomiannya. Mengingat kondisi lalu-lintas hampir disemua ruas jalan Jakarta demikian padat, maka diperlukan suatu sistem atau metode yang tepat untuk membangun sarana dan prasarana yang dibutuhkan.

Pemilihan metode yang tepat bukan hanya menyangkut segi kegunaan fisik sarana yang akan dibangun, tetapi juga harus mempertimbangkan dari segi biaya, kemudahan dalam pelaksanaan dengan waktu yang relatif cepat. Berkembangnya ilmu dan teknologi menghasilkan metode konstruksi baru yang relatif murah dengan tujuan agar dapat mempersingkat waktu penyelesaian suatu pekerjaan dengan biaya yang relatif murah akan tetapi menghasilkan mutu yang lebih baik.

Berkaitan dengan masalah biaya dan mutu, perlu juga diperhatikan ruang kerja yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Dalam arti suatu pekerjaan dapat dilakukan dengan ruang kerja yang lebih kecil dan mampu menampung peralatan kerja yang diperlukan, sehingga pekerjaannya lebih mudah.

Perkembangan rekayasa teknik sipil kini terus melaju pesat sesuai kebutuhan pembangunan. Berbagai cara atau metode kerja ditemukan dan dikembangkan untuk mencapai suatu hasil kerja yang optimal, misalnya dalam pembuatan dinding penahan tanah (*Diaphragm Wall*).

Semula konstruksi ini diperkenalkan dalam bentuk yang lebih sederhana, tetapi dengan adanya tuntutan kebutuhan maka metode dinding Diaphragma ini dibuat sedemikian praktis, dengan tetap mempertimbangkan segi biaya dan waktu serta kemudahan pelaksanaannya.

Dinding Diaphragma adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan suatu dinding yang dibuat menerus di dalam tanah, adapun pelaksanaannya dilakukan dari permukaan tanah asli sesuai ukuran galian turapan tersebut dan setelah umur beton baru dimulai pelaksanaan penggalian ruang bawah tanah sesuai fungsinya.

Pada awal perkembangannya, metode dinding diaphragma memiliki sambungan dengan tabung bundar (*round tube*) yang dimasukkan ke dalam panel dinding diaphragma pada saat pengecoran dilakukan. Metode yang terakhir diaplikasikan di Jakarta adalah dinding diaphragma dengan tulangan menerus.

-Mengingat kondisi lalu lintas yang stretegis dan sangat padat, yaitu sebagai salah satu contoh adalah lokasi *Underway* Tanah Abang yang terletak di Jalan K.H. Fachrudin, Jakarta. Maka melalui pertimbangan munculah ide untuk membuat *underway* dengan dinding penahan tanah yang terbuat dari panel pracetak (*Precast Concrete Diaphragm Wall*) atau dengan cor setempat (*Cast in Place*) dengan membandingkan kedua alternatif berdasarkan biaya dan waktu.

Meninjau keadaan lokasi yang padat dan ramai, maka proses pelaksanaan dengan menerapkan metode dinding diahragma cor setempat (*Cast in Place*) akan sedikit mengalami kendala. Kendala tersebut timbul karena pada saat proses pengecoran memerlukan *concreate mixer* yang tidak sedikit jumlahnya. Kehadiran Truk Mixer yang banyak pada saat pengecoran tidak memungkinkan dilakukan pada saat kegiatan bisnis disekitar lokasi berlangsung akibat lahan kerja yang terbatas, sehingga akan timbul penambahan biaya akibat pekerjaan lembur saat pengecoran. Mengingat keadaan di lapangan tersebut, maka metode Dinding Diaphragma Beton pracetak dicoba untuk dilaksanakan di lapangan dengan tujuan untuk mempercepat waktu pelaksanaan dan menekan biaya, serta kemudahan dalam mengaplikasikan metode ini pada ruang kerja yang kecil.

Penulis tertarik untuk membahas metode dinding Diahragma Beton pracetak, sebagai alternatif pembuatan dinding penahan tanah pada *Under Way* Tanah Abang Jakarta yang telah dikerjakan dengan sistem cor setempat.

1.2. Permasalahan

Setelah mempelajari dan mengadakan survey metode dinding diaphragma di proyek *Under way* Tanah Abang yang terletak di Jalan K.H. Fachrudin, Jakarta, maka timbul permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan besarnya biaya, lama waktu pelaksanaan dan metode pelaksanaan dinding diaphragma dengan sistem beton pracetak dan cor setempat dalam pelaksanaan di lapangan ?.
2. Bagaimana menentukan dan memilih sistem pelaksanaan yang tepat dan menguntungkan dari dua alternatif yang digunakan ?.

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah melakukan perbandingan analisa biaya, waktu dan metode pelaksanaan konstruksi dinding diaphragma beton pracetak (*precast concrete diaphragm wall*) dengan dinding diaphragma beton cetak setempat (*cast in place concrete diaphragm wall*), sehingga dapat dipilih diantaranya untuk dimanfaatkan dan dikembangkan dengan mutu yang baik.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan besarnya biaya, lama waktu pelaksanaan dan metode pelaksanaan dinding diaphragma dengan sistem beton pracetak dan cor setempat dalam pelaksanaan di lapangan.
2. Mendapatkan metode pelaksanaan yang tepat dan menguntungkan dari kedua alternatif yang digunakan.

1.4. Lingkup Pembahasan

Dalam penulisan tugas akhir ini, batasan-batasan permasalahannya adalah :

1. Metode pelaksanaan dinding diaphragma dengan beton pracetak dan beton cetak setempat.
2. Data-data yang berkaitan dalam penulisan tugas akhir ini meliputi : Proses pekerjaan, material yang digunakan, tenaga kerja yang dibutuhkan, peralatan yang digunakan.

3. Analisa perhitungan dilakukan dengan menganalisa perbandingan biaya, waktu dan metode pelaksanaan terhadap konstruksi dinding diaphragma sepanjang per 100 m².
4. Kekuatan penampang panel pracetak dan cor setempat adalah sama, yakni dengan mutu beton K-450.
5. Mencari alternatif yang efektif dan efisien dari segi biaya,waktu dan metode pelaksanaan, serta dapat menghasilkan mutu pekerjaan yang baik dari perbandingan pekerjaan dinding diaphragma metode cetak setempat dan pracetak, dengan tetap memperhatikan fungsi dari penggunaan dinding diaphragma tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar teori Dinding Diaphragma

Dinding Diaphragma adalah suatu dinding yang dibuat dibawah tanah dengan kedalaman dan ketebalan tertentu yang dibuat melalui proses penggalian "parit" (*trenching*) dengan menggunakan suatu cairan penstabil (*stablyzing fluid*), biasanya dikenal dengan nama *slurry*¹. Sebutan dinding diaphragma secara umum dipakai di negara Eropah. Untuk negara Amerika, dinding diaphragma lebih dikenal dengan sebutan *Slurry Wall*². Tetapi para ahli lebih senang menyebut nama dinding diaphragma (*Diaphragm Wall*).

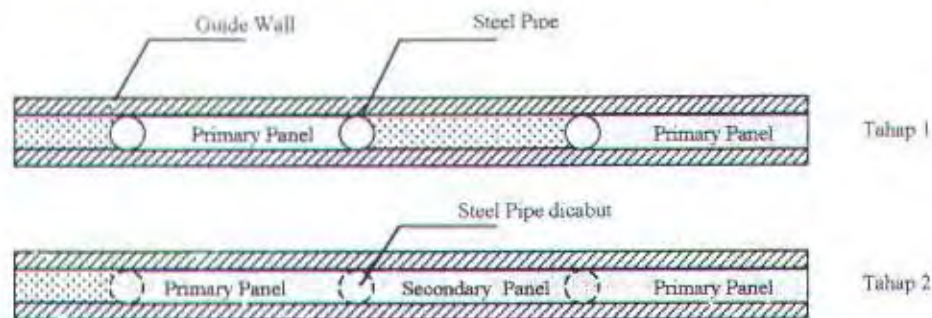
Fungsi dari *Slurry* adalah untuk menahan dinding galian agar tetap stabil selama proses penggalian. Pada tahap akhir penggalian, cairan penstabil (*slurry*) ini dapat dibiarkan tetap di lubang galian yang selanjutnya dikeluarkan setelah diganti dengan material lain (misalnya beton pracetak atau beton cetak ditempat) sesuai dengan tujuan pembuatan dinding tersebut.

Perkembangan rekayasa teknik sipil berkembang secara pesat dengan ditemukannya berbagai cara atau metode kerja, guna mencapai hasil kerja yang optimal. Sementara harga tanah yang relatif mahal membuat para ahli mempunyai ide untuk membuat bangunan yang masuk atau berada di permukaan tanah seperti basement pada High Rise Building. Dengan demikian metode konstruksi juga mengalami perkembangan seperti dinding diaphragma yang merupakan perkembangan metode *Retaining Wall*. Sebagai salah satu hasil yang ditemukan adalah dinding diaphragma, yang pada awalnya konstruksi dinding diaphragma diperkenalkan dengan bentuk yang sederhana, tetapi ada tuntutan akan kebutuhan maka metode dinding diaphragma ini dikembangkan menjadi lebih baik. Yang khusus dari metode dinding diaphragma ini, adalah tipe dan detail sambungan antara panel yang berfungsi untuk menghindari rembesan air tanah.

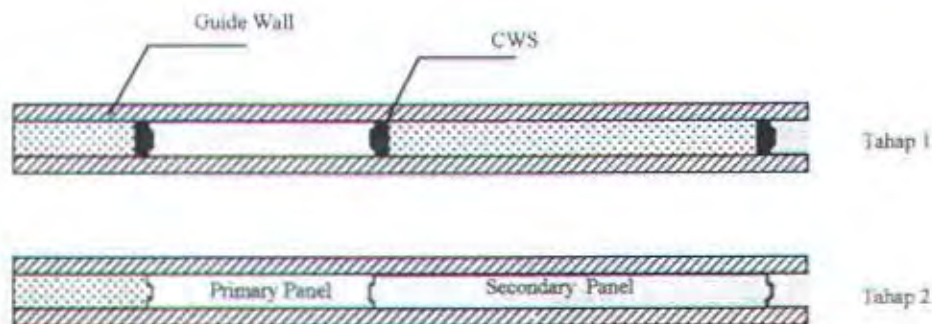
¹ ASCE, 1999, *Journal of Construction Engineering and Managemen*, Vol July-Agust, hal. 233

² PT. INDOPORA (Indonesia Pondasi Raya), 1997, Bahan Sajian Seminar Sehari Universitas Kristen Maranatha, Bandung, hal.I-1

Khusus pekerjaan struktur yang berhubungan dengan tanah, akan terdapat beberapa kendala di dalam pelaksanaan pekerjaan, misalnya peralatan yang dipergunakan, kondisi tanah yang dijumpai dan lain sebagainya. Sehingga dinding buatan yang akan dibuat tidak dapat dibuat sekaligus tapi dibuat bagian per bagian yang secara umum disebut "Panel". Beberapa sistem yang digunakan sebagai sambungan antara satu panel dengan panel lainnya, misalnya dengan sistem *stop end pipe* dan sistem CWS.



Gambar 2.1 Tampak atas sambungan antar panel dengan Sistem *Stop End Pipe*



Gambar 2.2 Tampak Atas sambungan antar panel dengan Sistem CWS

Dilihat dari fungsinya, *Diaphragm wall* dapat digunakan sebagai "dinding penahan tanah" atau "*cut of wall*" atau dinding penyekat aliran air di dalam tanah. Konsentrasi pada diaphragm Wall sebagai "*cut of wall*" lebih di tujukan pada segi "kedap air", daripada segi "kekuatannya". Material *diaphragm wall* jenis ini umumnya dibuat dari *Cement Bentonite* atau *Plastic Concrete*.

Sebagai dinding penahan tanah (*Retaining Wall*), dinding ini menahan gaya lateral tanah atau pun pada tempat tertentu dapat difungsikan sebagai "Elemen Penahan Beban", jadi pada dinding penahan tanah, konsentrasi ditujukan pada segi "Kekuatan Material Dinding". Pada umumnya dinding jenis ini dibuat dari beton bertulang baik di cor setempat (*cast in place / cast in situ*) atau telah di cetak terlebih dahulu (*precast*)

2.1.1. Fungsi dan tujuan penggunaan *Diaphragm Wall*.

Fungsi dan penggunaan *Diaphragm Wall*³ dibedakan sebagai berikut :

1. Sebagai *Cut Off Wall*

Cut off wall adalah dinding penyekat aliran atau rembesan air didalam tanah. Dan dapat juga berfungsi sebagai *grouting* dengan hasil yang lebih cepat serta ekonomis.

Konsentrasi lebih ditujukan pada segi " Kedap air " daripada " kekuatannya ". Tersedianya teknologi ini membuka kemungkinan pembangunan fasilitas-fasilitas sebagai berikut :

- a. Pembuatan dam di lokasi yang tanah bawahnya berupa tanah sedimen maupun tanah residual yang memiliki permeabilitas tinggi.
- b. Pembuatan *Estuary Dam* dan *Off Shore Dams*, sebagai reservoir air tawar, kolam perikanan dan danau buatan guna pemanfaatan energi pasang surut.
- c. Sebagai preservasi air tanah dari bahaya-bahaya yang timbul karena pemakaian yang tidak terkendali, yang dapat menyebabkan intrusi air laut dengan memblok *aquiver* sebagai jalan masuk air laut.
- d. Sebagai preservasi air tanah dari bahaya polusi cairan kimia dan bahan-bahan radioaktif yang sangat berbahaya, sebagai efek kebocoran yang tidak disengaja dari proses industri dengan pembuatan *Underground Cut off Wall*.
- e. Metode kerja pembuatan *graving dock* secara lebih ekonomis dengan mengeliminir keharusan adanya penuruan muka air tanah yang ekstensif dalam waktu bertahun-tahun.

³ PT. INDOPORA (Indonesia Pondasi Raya), 1997, Bahan Sajian Seminar Sehari Universitas Kristen Maranatha, Bandung, hal.1-3

2. Sebagai Dinding penahan tanah atau *Retaining Wall*

Penfokusan pada segi " Kekuatan " Material dinding yang mampu menahan gaya-gaya lateral tanah ataupun pada tempat tertentu dapat difungsikan sebagai " Elemen Penahan Beban " dan juga berfungsi sebagai cut off wall. *Retaining Wall* banyak digunakan untuk fasilitas-fasilitas antara lain :

- a. Pembuatan *Underpass* untuk menghindari persilangan jalan pada satu elevasi.
- b. Pembuatan *Underway* dan *station kereta api* bawah tanah.
- c. Pembuatan *Basement high rise building*.
- d. Pembuatan ruang parkir dibawah permukaan jalan.
- e. Pembuatan ruang pembangkit listrik di bawah tanah.
- f. Pembuatan Gorong-gorong drainase.
- g. Pembuatan Dam.
- h. Pembuatan Dermaga.
- i. Pembuatan Reservoir air dalam tanah.

3. Sebagai tiang penahan gaya aksial / tiang pondasi

Pada daerah-daerah yang memiliki tanah keras jauh di bawah permukaan tanah, yaitu yang melebihi 50 M, penggaliannya di luar jangkauan alat-alat bor pembuat bored pile yang umum. Pemakaian diahragm wall untuk tiang pondasi *high rise building* merupakan penyelesaian yang baik.

Pemakaian *diahragm wall* bagi pondasi *core high rise building* perlu dikaji, mengingat pile cap yang besar di atas tiang-tiang biasa memakan beton bertulang cukup banyak, sebagai konsekuensi penyampaian gaya-gaya dari struktur atas ke struktur bawah yang secara alami memang cukup *complicated*.

2.1.2. Jenis-jenis Dinding Diaphragma

Adapun jenis-jenis Dinding Diaphragma adalah :

1. *Cement Bentonite Slurry Diaphragm Wall*

Secara struktural dinding ini tidak mempunyai kekuatan besar, sehingga ada yang menyebut single dinding diaphragma. Ini disebabkan karena pelaksanaan penggalian dan pengisian bahan pembuat dinding dilakukan

bersamaan. Pada saat penggalian parit selesai maka slurry dibiarkan mengeras didalam lubang galian.

2. *Plastic Concrete Diaphragm Wall*

Jenis plastic concrete termasuk dinding diaphragma dua tahap, artinya pada proses pembuatan harus melalui dua tahap yaitu : penggalian dan pengisian bahan dinding yang berupa *plastic concrete* yang dicor dengan tremi ke dalam lubang galian. Pada saat penggalian dipakai *Bentonite slurry* sebagai cairan penstabil.

Setelah *cut off wall* selesai, tanah sekitarnya akan menerima beban tambahan misalnya adanya pembuatan dam. Untuk menghindari konsentarsi tegangan karena adanya penurunan akibat bobot bangunan dam, maka bahan pembuat dinding dari *plastic concrete* dengan modulus elastisitas yang sama atau mendekati keadaan tanah sekitarnya.

3. *Precast Concrete Diaphragm Wall* (Dinding Diahpragma beton bertulang pracetak)

Merupakan jenis dinding diaphragma yang hanya digunakan untuk keadaan yang tidak terlalu dalam. Hal itu disebabkan karena berat sendiri elemen pracetak yang harus dimasukkan kedalam *trench*, membutuhkan peralatan dengan kapasitas besar, juga kapasitas truk pengangkut yang tersedia di Indonesia hanya mampu mengangkat panel sepanjang 12 m dan berat 20 ton. Sebagai cairan penstabil dan material pengisi celah antara dinding diaphragma dengan sisa lebar galian digunakan cairan bentonite Cement yang disesuaikan dengan keadaan tanah setempat.

Dalam jangka waktu yang lama, cairan penstabil tersebut harus cukup keras untuk menahan berat sendiri panel beton pracetak dan beban-beban yang bekerja. Tetapi kekuatan cairan penstabilan ini tidak sama dengan kekuatan panel pracetak, artinya cairan pengisi mempunyai sifat seperti tanah asli setelah mengeras dengan kemampuan dukung tanah $3 - 4 \text{ kg / cm}^2$.

4. *Cast in Place Concrete Diaphragm Wall* (Dinding Diaphragma beton bertulang cor setempat)

Merupakan dinding diaphragma atau sebagai dinding penahan tanah. Metode ini memungkinkan untuk digunakan pada kedalaman yang cukup dalam

yakni sekitar 30 m. Hal tersebut terlaksana karena perakitan pembesian dan pengecoran panel dilakukan di lokasi pekerjaan, sehingga tak terganggu oleh proses pengangkutan panel.

Adapun pelaksanaannya meliputi tiga tahapan yaitu :

- a. Penggalian trench
 - b. Perakitan dan pemasangan sangkar pembesian
 - c. Pembetonan atau pengecoran dengan alat bantu pipa tremie
5. Tiang pondasi Rectangular atau Barette Piles
- Dipilih karena diperlukan tiang pondasi tunggal, dengan kapasitas dukung diatas 500 ton dan kedudukan tanah keras terletak jauh di bawah permukaan tanah.

2.2. Tinjauan Pemilihan Metode Dinding Diaphragma Sistem Pracetak dan Sistem Cor Setempat

Penelitian perbandingan dua sistem dinding Diaphragma yakni sistem Pracetak dan Cor setempat berdasarkan pada kurang diminatnya sistem pracetak pada proyek-proyek bangunan gedung dan jalan khususnya di Jakarta, sebagai satu-satunya kota yang menggunakan Metode dinding diaphragma. Sehingga perlu diadakan peninjauan terhadap alternatif pemilihan kedua sistem diatas.

2.2.1. Alternatif Sistem Struktur Dinding Diaphragma Pracetak

Struktur pracetak adalah Suatu komponen yang pembuatannya dilakukan di pabrik atau dicetak terlebih dahulu sesuai bentuknya ,kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan konstruksi. Setiap produk selalu mempunyai keunggulan dan kelemahan, demikian pula sistem pracetak pada pembuatan dinding diaphragma.

Adapun penjelasannya sebagai berikut :

A. Keunggulan Struktur Dinding Diaphragma Pracetak

1. Mutu produksi lebih terjamin, karena sistem pengawasan yang lebih ketat, sehingga mutu kekuatan lebih terjamin
2. Waktu yang diperlukan lebih cepat, karena panel dapat segera dipesan di pabrik walaupun urutan pekerjaan konstruksi panel tersebut belum

dimulai, misalkan pada saat seting penempatan peralatan dilapangan baru dimulai, panel sudah dapat dipesan dipabrik.

Selain itu waktu produktivitas komponen pracetak lebih cepat, karena panel pracetak yang dibuat sudah dapat dibuka dari cetakan dan dikirim ke lahan penumpukan (*Stockyard*) dalam waktu yang singkat (sekitar 6 – 8 jam setelah pengecoran). Salah satu cara percepatan produksi adalah dengan penguapan (*steam curing*) sehingga akan didapatkan kekuatan beton mencapai 40 – 60 % dari kekuatan beton pada umur 28 hari.

3. Lokasi yang dibutuhkan tidak luas karena produksi panel dilakukan di pabrik, sehingga cocok untuk daerah-daerah yang sempit seperti di Under Way Tanah Abang Jakarta.
4. Jumlah pekerja dan peralatan yang dibutuhkan lebih sedikit, karena seperti telah dijelaskan diatas bahwa perakitan tulangan dan pengecoran dilakukan di pabrik,

B. Kelemahan Struktur Dinding Diaphragma Pracetak

1. Pengiriman panel terbatas waktunya, karena kepadatan lalu-lintas disekitar lokasi, sehingga hanya dapat dilakukan pada malam hari.
2. Ukuran panel terbatas pada kedalaman 12 m, karena kemampuan angkut material truk-truk di Indonesia hanya mencapai panjang 12 m dan tinggi 3 m, serta total berat sebesar 20 ton.
3. Pemasangan panel membutuhkan ketelitian yakni pada saat pengangkatan dan memasukkan panel dalam lubang galian yang harus selalu dikontrol kelurusannya pada arah vertikal dan horisontal, karena ukuran ketebalan panel lebih tipis daripada hasil galian dengan kelly grab sehingga terdapat rongga akibat selisih tersebut.
4. Biaya yang sangat menentukan pemilihan panel pracetak karena biaya pembeiiian panel tersebut lebih mahal dari pada sistem cor setempat.

2.2.2. Alternatif Sistem Struktur Dinding Diaphragma Cor Setempat

Bangunan dinding penahan tanah dengan sistem cor setempat itu semua aktivitas dilakukan dilokasi proyek, sehingga dibutuhkan tempat yang cukup luas untuk menampung material-material penunjang, seperti besi dan tempat perakitannya dan kegiatan-kegiatan lainnya, tetapi juga terdapat beberapa keunggulan-keunggulan yang sangat menentukan dalam pemilihan alternatif.

Adapun keunggulan dan kelemahan sistem cor setempat sebagai berikut :

A. Keunggulan Struktur Dinding Diaphragma Cor setempat

1. Biaya produksi lebih murah, karena semua pekerjaan pembuatan panel dilakukan di lapangan (lokasi pekerjaan) dan secara konvensional.
2. Tanpa membutuhkan biaya transportasi yang mahal untuk mendatangkan panel, karena perakitan panel dilakukan dilokasi.
3. Pengecoran panel lebih mudah, karena pengisian pengecoran sesuai dimensi galian oleh alat gali grab sehingga kelurusannya lebih baik.
4. Ukuran kedalaman panel bisa mencapai kedalaman max 30m, sehingga untuk kondisi kedalaman lebih dari 12 m maka hanya sistem cor setempat yang dapat dipakai

B. Kelemahan Struktur Dinding Diaphragma Cor Setempat

1. Lokasi yang dibutuhkan lebih luas sebagai tempat untuk penimbunan material besi dan tempat untuk merakit atau memproduksi panel.
2. Membutuhkan Jumlah pekerja dan peralatan yang lebih banyak, untuk mengerjakan perakitan tulangan dan pengecoran dilokasi.
3. Pengecoran hanya dapat dilakukan pada malam hari, karena antrean truk molen pengangkut beton ready mix dapat mengganggu kelancaran lalu lintas pada jam kerja di daerah padat pasar Tanah Abang Jakarta.
4. Tahapan penggalian dan pengecoran tidak dapat langsung dikerjakan secara menerus karenanya ada tahapan primary dan secondary, Sebagai alat penyekat diperlukan pemasangan CWS yang baru dapat dicabut saat beton berumur 2 hari. Sehingga terdapat waktu menunggu pada setiap tahapann proses pengecoran panel .

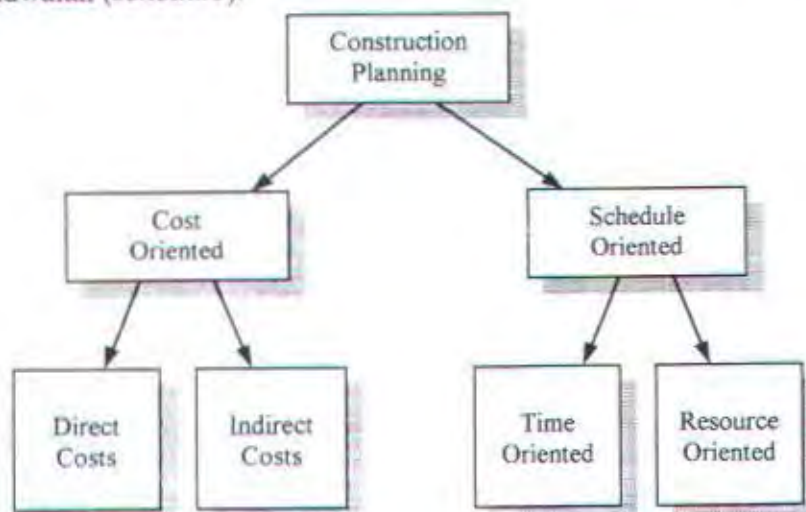
2.3. Konsep dasar analisa waktu dan biaya

Setiap mengawali pelaksanaan suatu pekerjaan harus direncanakan sedemikian baik yaitu meliputi persiapan, pengorganisasian dan pengendalian lingkup waktu, biaya suatu proyek.

Perencanaan yang baik dapat dilakukan dengan cara :

1. Mendefinisikan secara jelas lingkup dari suatu komponen proyek.
2. Membuat rincian interaksi yang logis antar beberapa komponen proyek.
3. Memprediksi dan menerapkan secara jelas waktu pelaksanaan proyek dan tanggal-tanggal kritis.
4. Menggabungkan usulan anggaran dan perkiraan biaya proyek.
5. Menyediakan dokumen-dokumen yang mengkomunikasikan secara jelas tujuan semula untuk menjadi acuan pada waktu akan datang.

Sebelum pembangunan proyek selesai (masa perencanaan dan pelaksanaan), hal-hal yang menjadi perhatian utama adalah bagaimana proyek dapat direncanakan dan dilaksanakan sesuai biaya, mutu dan waktu. Untuk mencapai mutu yang diharapkan, maka perlu direncanakan biaya dan waktu (*construction planning and scheduling*). Sehingga dapat dikatakan perencanaan konstruksi (*construction planning*) mengacu dari pengembangan biaya (*budged*) dan penjadwalan (*schedule*).



Gambar 2.3 Bagan Konsep Dasar Perencanaan Konstruksi⁴

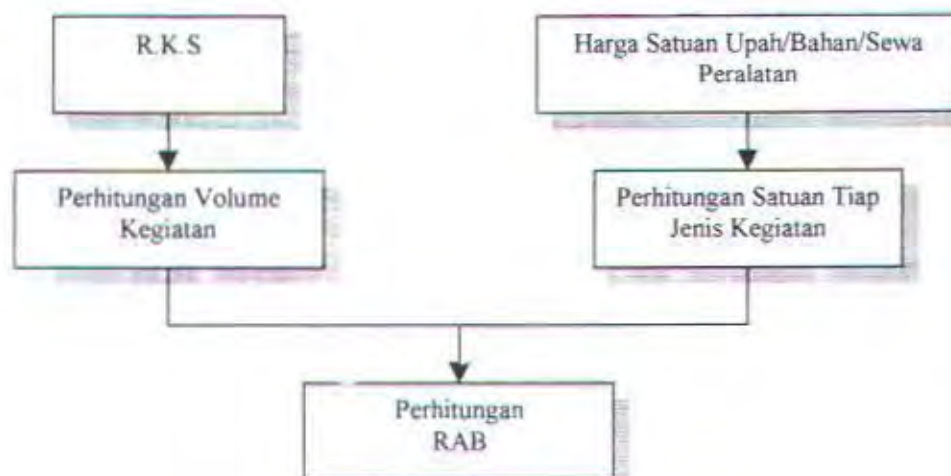
⁴ Hendrickson, C. and Au, T., 1989 *Project Management for Construction*, Prentice Hall, New Jersey, hal 271

Selanjutnya biaya dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek, misalnya pembelian bahan bangunan, pembayaran sub kontraktor, pembayaran upah mandor/tenaga kerja. Sementara biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah pengeluaran untuk manajemen, supervisi, dan pembayaran material serta jasa yang tidak akan menjadi produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek⁵. Contoh biaya tidak langsung ; biaya yang digunakan untuk keperluan kantor, biaya overhead proyek, biaya gaji pegawai, biaya operasional perusahaan.

Penjadwalan (*schedule*) menekankan pada aspek waktu dan sumber daya yang diperlukan (*resources*). Aspek waktu ditekankan pada waktu kritis, sementara sumber daya adalah bagaimana menyediakan sumber daya yang layak untuk mencapai penjadwalan yang efisien.

2.3.1 Menyusun Analisa Biaya

Untuk menyusun perincian biaya, maka diperlukan suatu analisa dengan dasar menghitung harga satuan bangunan yang dapat dijelaskan dalam skema sebagai berikut :



Gambar 2.4 Bagan Proses Penyusunan Analisa Biaya⁶

⁵ Soeharto, Iman, 1997, *Manajemen Proyek, Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta, hal. 127

⁶ Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Manajemen Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Seri : A, B, C*, Jakarta, hal. 80

Analisa harga satuan pekerjaan ini berdasarkan pada perhitungan biaya yang diperlukan untuk satu unit pekerjaan yang dapat diberikan dengan satuan-satuan seperti Rp.../m, Rp.../m², dan Rp.../m³

Rumus Perhitungan harga satuan pekerjaan adalah sebagai berikut :

$$\text{Harga satuan pekerjaan} = \Sigma(\text{Koefisien} \times \text{harga satuan})$$

Asumsi dan pendekatan yang dilakukan adalah :

- Pekerja bekerja dalam 8 jam/hari
- Komposisi pelaksanaan pekerjaan : crew, peralatan, dan bahan yang dipakai
- Kondisi pekerjaan dianggap sama dengan pekerjaan yang dilaksanakan.
- Harga satuan didasarkan atas harga yang berlaku
- Harga koefisien didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai Koefisien } (N_K) = (V_k \times D_{ij}) / V_{\text{tot}}$$

V_k = Volume item bagian dari tahapan pekerjaan.

D_{ij} = Durasi waktu yang di butuhkan.

V_{tot} = Volume total tahapan pekerjaan

Besar durasi waktu tergantung pada kemampuan produktivitas tenaga kerja, peralatan dan metode pelaksanaan yang didapat dari PT Indopora Jakarta.

- Volume dihitung berdasarkan gambar dengan perhitungan untuk 100 m² diaphragm wall.

Tabel 2.1. Contoh Analisa harga satuan pekerjaan Pembesian Guide Wall

NO	URAIAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
	Pengecoran Beton Guide Wall (m3)				
1	Vibrator	unit	0,03333	Rp 50.000	Rp 1.666,70
2	Submersible pump	unit	0,01667	Rp 83.333	Rp 1.388,90
3	Foreman	Org	0,01667	Rp 35.000	Rp 583,40
4	Tukang Batu	Org	0,03333	Rp 25.000	Rp 833,25
5	Pekerja	Org	0,16667	Rp 17.500	Rp 2.916,70
6	Beton K-225	m3	1,00000	Rp 187.000	Rp 187.000,00
				Harga Sat Pek/m3	Rp 193.221,45

Untuk selanjutnya analisa harga satuan masing-masing pekerjaan lihat pada bab 5.3.1, Perhitungan analisa harga satuan pekerjaan

Adapun perhitungan analisa biaya dibuat berdasarkan atas perhitungan volume kegiatan dan harga satuan dari jenis pekerjaan

Rumus perhitungan biaya item pekerjaan sebagai berikut⁷ :

Biaya item pekerjaan = (Volume x Harga satuan dari item pekerjaan)

Tabel 2.2. Contoh Format Analisa Biaya

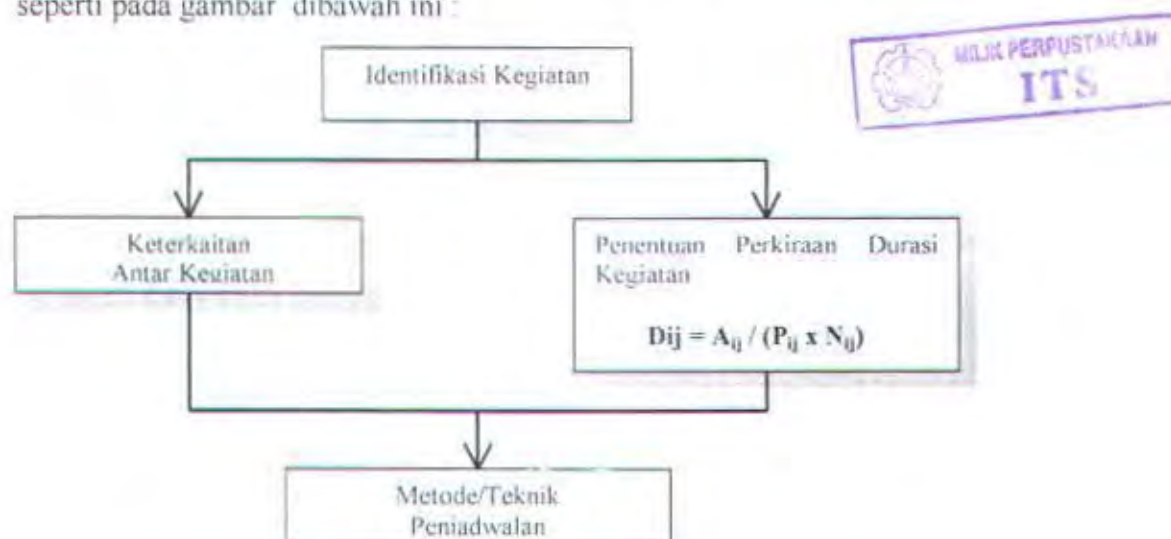
NO	URAIAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN	BIAYA
1.	Rp.	Rp.
2.	Rp.	Rp.
3.	Rp.	Rp.
				Sub Total	Rp.

Untuk selanjutnya perhitungan analisa biaya pekerjaan lihat pada bab 5.3.2.

Perhitungan analisa biaya

2.3.2. Menyusun Time Schedule

Sedangkan dalam penjadwalan secara umum proses penyusunan analisa waktu seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5 Bagan tahapan penyusunan penjadwalan pelaksanaan

⁷ Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Manajemen Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Seri : A, B, C*, Jakarta, hal. 81

Langkah-langkah penjadwalan diatas adalah :

1. Mengidentifikasi dan menyusun aktivitas sesuai urutan tahapan pekerjaan.
2. Mengalokasikan sumber daya manusia dan alat-alat berat sesuai dengan produktifitas peralatan yang digunakan.
3. Menentukan perkiraan durasi didasarkan atas volume pekerjaan terhadap produktivitas, yang dapat dirumuskan sebagai berikut⁸ :

$$D_{ij} = A_{ij} / (P_{ij} \times N_{ij})$$

Keterangan :

D_{ij} = Durasi suatu kegiatan

A_{ij} = Volume (dapat berupa jumlah, panjang, luas, atau isi)

P_{ij} = Produktivitas dari tim kerja (diukur dalam volume yang dihasilkan perjam)

N_{ij} = Jumlah pekerja

Faktor produktivitas (P_{ij}) dipengaruhi :

- a. Jenis pekerjaan
- b. Produktifitas alat (usia peralatan, operator, kapasitas mesin)
- c. Produktifitas crew (motivasi, ketrampilan pekerja)
- d. Lingkungan yg mempengaruhi pelaksanaan kegiatan
- e. Tingkat kompleksitas pekerjaan
- f. Cuaca
- g. Supervisi (pengawasan)

Contoh perhitungan :

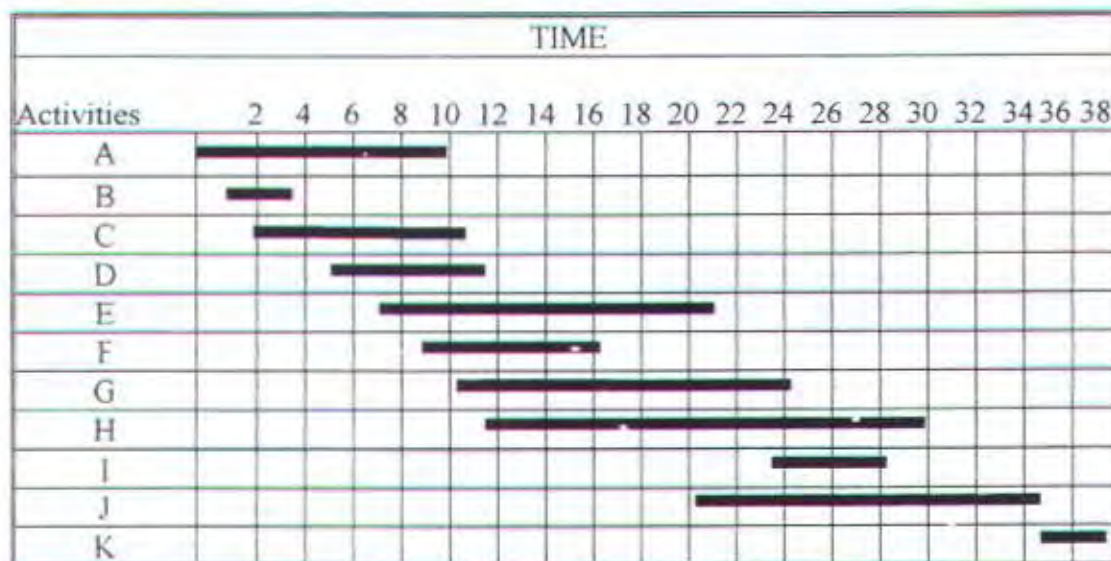
$$\begin{aligned} \text{Durasi pabrikasi pembesian } guide \text{ wall} &= \text{Vol Besi} / (\text{Prod. Crew pembesian}) \\ &= 5.470 \text{ kg} / (2000 \text{ kg/hari}) \\ &= 2,7 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

⁸ Hendrickson, C. and Au, T., 1989, *Project Management for Construction*, Prentice Hall, New Jersey, hal 283

Untuk merencanakan dan melukiskan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan digunakan metode atau teknik-teknik penjadwalan, secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi :

- Bar-chart (diagram balok).
- Metode Network yang terdiri dari Arrow diagram dan precedence diagram.
- Metode Linier (diagram garis).
- Metode Time Scale (diagram skala waktu).

Barchart (Gannt⁹ Bar Chart), diperkenalkan oleh Henry L. Gannt dan Federick W. Taylor pada masa perang dunia pertama (awal 1900-an)⁹. Barchart merupakan model visualisasi proyek dalam bentuk hubungan antara kegiatan dan waktu. Pada umumnya barchart tersusun dari daftar kegiatan yang dicantumkan pada kolom sebelah kiri, sedangkan waktu atau tanggal dicantumkan pada bagian atas atau bawah. Garis mendatar atau (*bar*) menunjukkan waktu pelaksanaan untuk setiap kegiatan.



Gambar 2.6 Contoh Simple Diagram Bar Chart

⁹ Callahan M.T., 1992, Quackenbush D.G., Rowings J.E., *Costruction Project Scheduling*, Mc Graw-Hill, United States of America, hal 10

Metode Bar Chart memiliki kelemahan yaitu tidak jelasnya hubungan antara masing-masing aktivitas sehingga sulit dipergunakan untuk pekerjaan pengawasan karena aktivitas yang menentukan ketepatan waktu dan pengontrolan keterlambatan tidak jelas.

Metode Network menyajikan model visualisasi proyek dalam bentuk jaringan yang tersusun dari simpul (*node*) dan anak panah (*arrow*). Terdapat dua macam model visualisasi proyek yakni *Activity on Arrow* (AOA) dan *Activity on Node* (AON)¹⁰ (lihat Gambar 2.7. Diagram Activity on Arrow dan gambar 2.8. Diagram Activity on Node). Metode *network* dapat secara jelas menggambarkan hubungan dan ketergantungan antar kegiatan, serta dapat memberikan informasi mengenai kapan suatu kegiatan dapat dimulai paling cepat (*Early Start*) dan paling lambat (*Late Start*), kapan suatu kegiatan dapat selesai paling cepat (*Early Finish*) dan paling lambat (*Late Finish*), lintasan-lintasan berikut kegiatan kritisnya, dan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.



Gambar 2.7. Diagram *Activity on Arrow* (AOA)



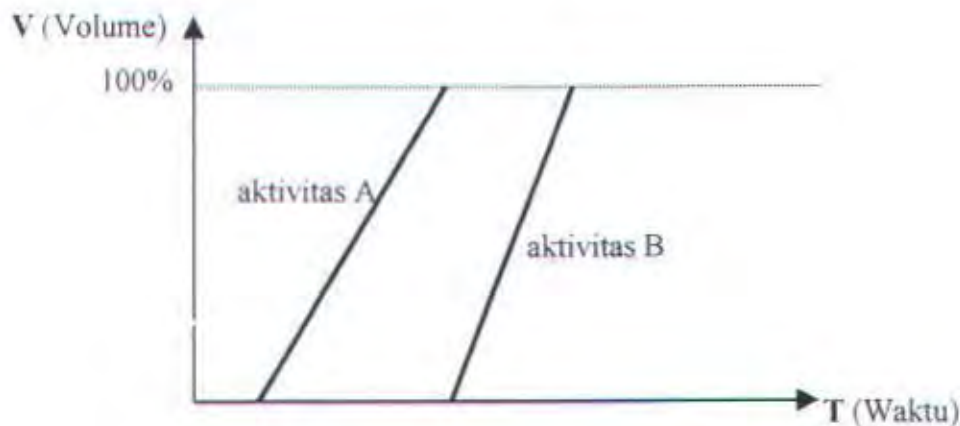
Gambar 2.8. Diagram *Activity on Node* (AON)

¹⁰ Callahan M.T., 1992, Quackenbush D.G., Rowings J.E., *Costruction Project Scheduling*, Mc Graw-Hill, United States of America, hal 31

Pengembangan metode *network* yang mendapatkan tanggapan positif adalah PDM (*Precedence Diagram Method*). PDM dikembangkan pada tahun 1961 oleh Prof. John Fondal dari Stanford University¹¹.

PDM menggunakan simpul untuk menggambarkan kegiatan, sedangkan anak panah menggambarkan logika hubungan antar kegiatan (AON).

Metode linier (diagram garis)¹² yang menampilkan hubungan variable waktu dan volume dalam garis linier. Aktivitas volume pada sumbu y dan waktu pada sumbu x, dimana hubungan tersebut akan membentuk sudut yang dapat menentukan kecepatan aktivitas dengan ketentuan makin besar sudut yang dibentuk dengan sumbu x atau makin tegak aktivitas berarti aktivitas tersebut makin cepat. Bentuk diagram ini sangat lemah kejelasan dalam menunjukkan aktivitas yang kritis, keterlambatan suatu aktivitas, kerumitan penggambaran apabila terdapat banyak aktivitas, serta tidak jelas hubungan antar aktivitas secara keseluruhan.



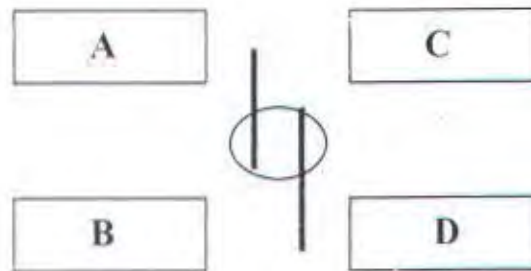
Gambar 2.9. Contoh hubungan aktivitas dalam Diagram Garis

¹¹ Callahan M.T., 1992, Quackenbush D.G., Rowings J.E., *Costruction Project Scheduling*, Mc Graw-Hill, United States of America, hal.86

¹² Paulus Nugraha, Ishak Nattan, R. Sutjipto, 1986, *Manajemen Proyek Konstruksi jilid 2*, Kartika Yudha, hal 34-36.

Diagram skala waktu (Time Scale Diagram)¹³ merupakan penyempurnaan diagram balok dengan presentasi hubungan antar aktivitas atau penyempurnaan diagram panah yang digambarkan dengan memakai skala waktu. Tiap-tiap aktivitas digambarkan secara horizontal dan hubungan antar aktivitas memakai pola End Start Relation.

Dalam Diagram ini dikenal istilah Pagar (Fence), yaitu suatu garis vertical yang berfungsi sebagai pagar, artinya aktivitas-aktivitas yang memiliki float dapat digeser-geser dalam daerah pagar dan bila paganya dilanggar, maka ada pengaruh terhadap kelompok aktivitas yang lain atau terhadap jalur kritisnya. Dikenal juga istilah "broken fence", hal ini penting untuk menyatakan hubungan antar aktivitas yang khusus.

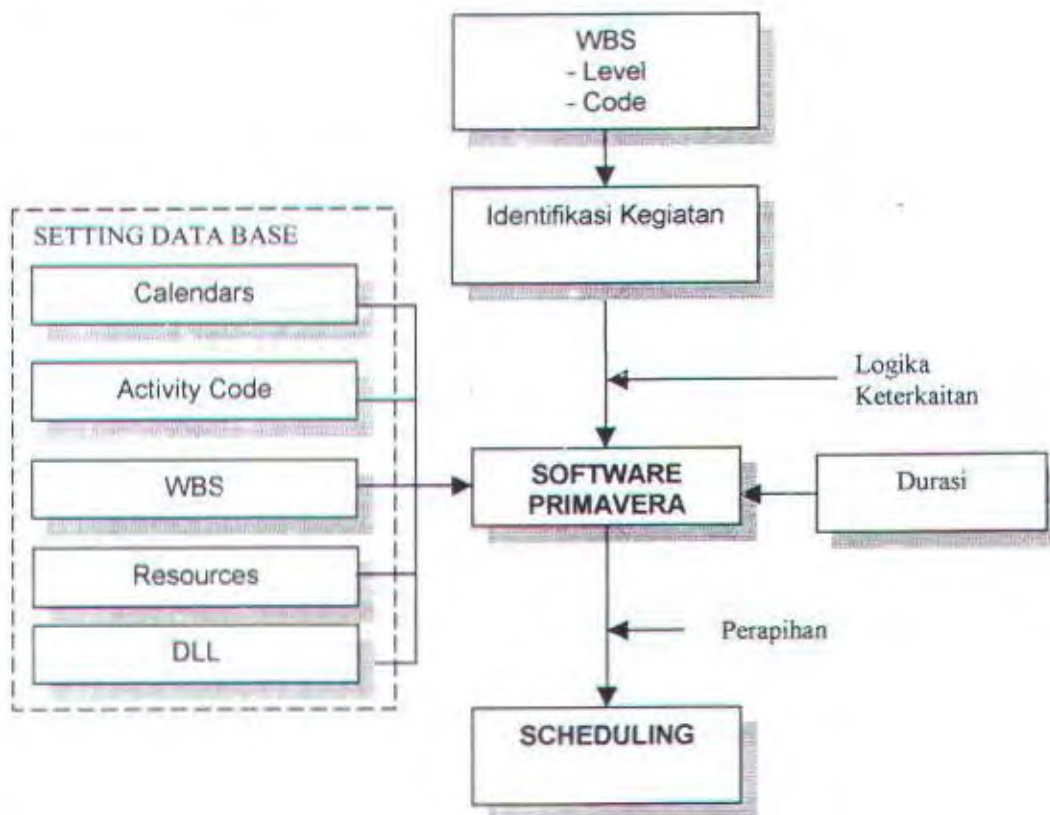


Gambar 2.10. Hubungan aktivitas Diagram Skala Waktu

Gambar diatas menerangkan bahwa aktivitas D tergantung pada aktivitas A dan B, tetapi aktivitas C hanya tergantung pada aktivitas A dan tidak tergantung pada aktivitas B.

¹³ Paulus Nugraha, Ishak Nattan, R. Sutjipto, 1986, *Manajemen Proyek Konstruksi jilid 2*, Kartika Yudha, hal 69.

Proses penyusunan penjadwalan (*Construction Planning and Scheduling*) yang digunakan pada penulisan skripsi adalah Diagram Bar chart dan Precedence Diagram Methode (PDM). Metode PDM merupakan sistem analisa yang digunakan pada software program Primavera sebagai alat bantu. Proses penyusunan memerlukan suatu data dan metode yang dapat dijelaskan dalam skema sebagai berikut :



Gambar 2.12 Skema Scheduling dengan software Primavera

Hasil penyusunan analisa biaya dan waktu dengan menggunakan software primavera, berupa :

1. Daftar, Jadwal dan Durasi Aktivitas
2. Resources
3. Network Planning
4. Diagram Barchart
5. Dan lain-lain

BAB III

METODOLOGI

3.1. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini berupa deskripsi dan analitis dengan cara :

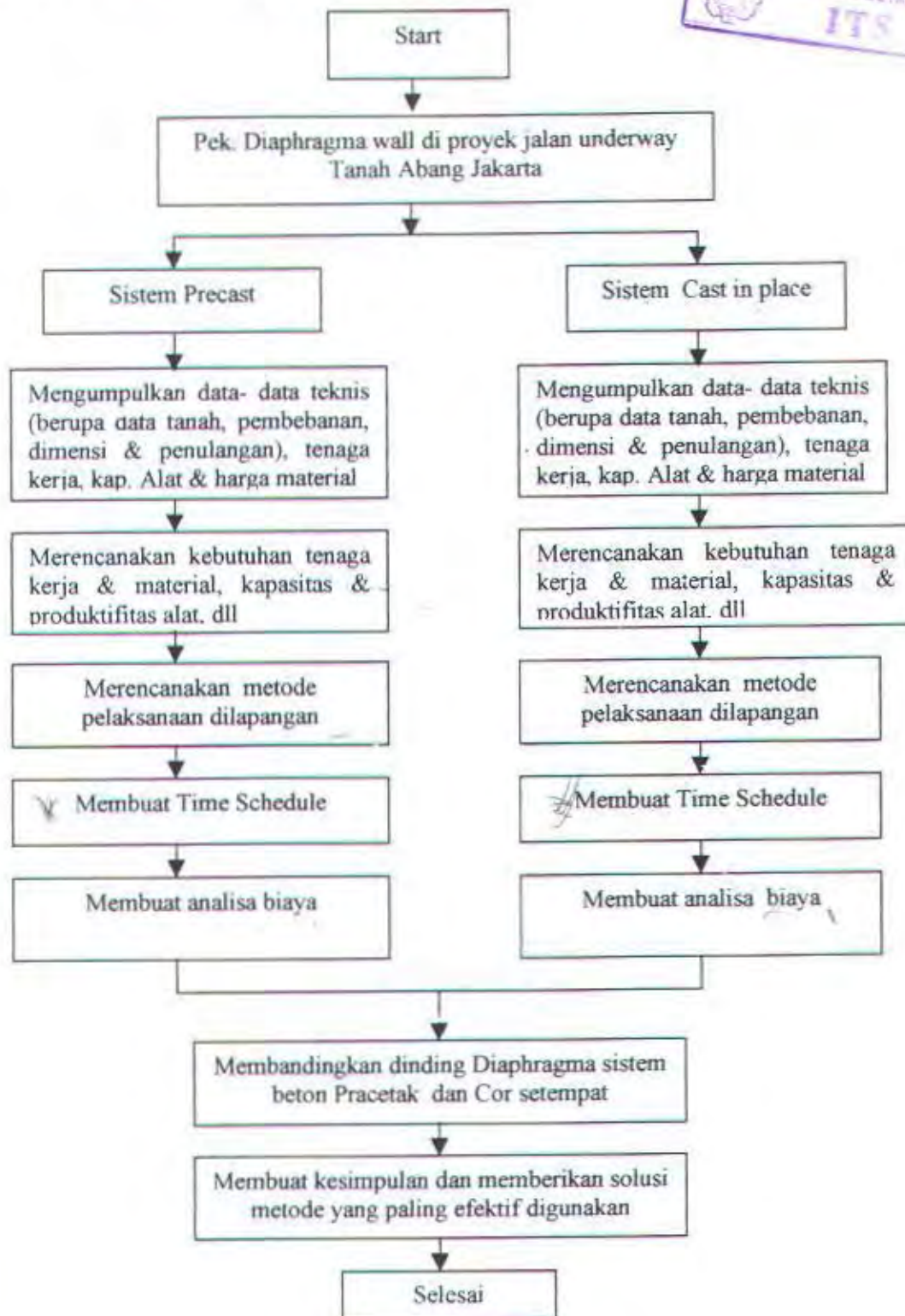
1. Menetapkan permasalahan penelitian yaitu pekerjaan dinding Diaphragma pada proyek jalan *Under Way* dengan studi kasus pada under way Tanah Abang Jakarta.
2. Mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan penulisan tugas akhir ini dari beberapa sumber seperti Majalah Konstruksi, Makalah Seminar, Literatur-literatur, maupun teori-teori yang dapat menunjang penulisan tugas akhir ini.
3. Mengumpulkan dan menganalisa data-data seperti :
 - a. Data teknis berupa data tanah, pembebanan yang dapat digunakan untuk menentukan dimensi dan penulangan beton.
 - b. Volume masing-masing pekerjaan dan harga satuan material yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan.
 - c. Jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi pembuatan dinding diaphragma.
 - d. Kapasitas alat kerja seperti mobil crane, concrete mixer dan lain-lain.
 - e. Biaya *obverhead* pada pelaksanaan dilapangan seperti : kebutuhan biaya sehari-hari, gaji pegawai kantor lapangan, dan keperluan lainnya yang diperlukan dalam pelaksanaan.
4. Merencanakan metode pelaksanaan kedua sistem yang terdiri dari dua tahapan yaitu :
 - a. Tahapan pembuatan guide wall sebagai tempat perletakan alat berat pengangkat dinding diaphragma, yang proses pelaksanaan pengecorannya dilaksanakan di tempat.
 - b. Tahapan pemasangan dinding diaphragma, yang terdapat perbedaan proses pembuatannya. Untuk sistem pengecoran setempat, pabrikasi penulangan

dan pengecoran dilakukan dilokasi pekerjaan. Sedangkan sistem pracetak, pembuatan dinding diaphragma dilaksanakan dipabrik dan dilapangan hanya pemasangan dinding diaphragma.

Langkah-langkah proses pelaksanaan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2 Alir Pekerjaan Precast Diaphragm Wall dan gambar 4.7. Alir Pekerjaan Cast in Place Diaphragm Wall yang terdapat di bab IV Metode Pelaksanaan.

5. Menganalisa dan membuat jadwal waktu penyelesaian pekerjaan (*Time Schedule*), meliputi langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang dikerjakan dengan membuat urutan masing-masing pekerjaan.
 - b. Menentukan durasi waktu setiap aktivitas pekerjaan berdasarkan atas produktivitas sumber daya yang digunakan berupa alat-alat berat.
 - c. Membuat logika keterkaitan antar aktivitas pekerjaan.
 - d. Pembuatan Metode penjadwalan tersebut diasumsikan dengan memakai Metode Precedence Diagram (P.D.M) yang diaplikasikan dalam program komputer " *Primavera* ".
6. Membuat analisa biaya pekerjaan yang didapat dari:
 - a. Perhitungan volume item pekerjaan.
 - b. Menentukan Koefisien setiap pekerjaan, yang didapat dari PT Indo Pora Jakarta sebagai produksi metode dinding Diaphragma.
 - c. Perhitungan analisa biaya.
7. Menarik suatu kesimpulan dengan membuat skala prioritas berupa pembobotan terhadap metode pelaksanaan,waktu dan biaya pelaksanaan dengan metode matriks pada dua alternatif.

3.2. Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alir kegiatan Metodologi

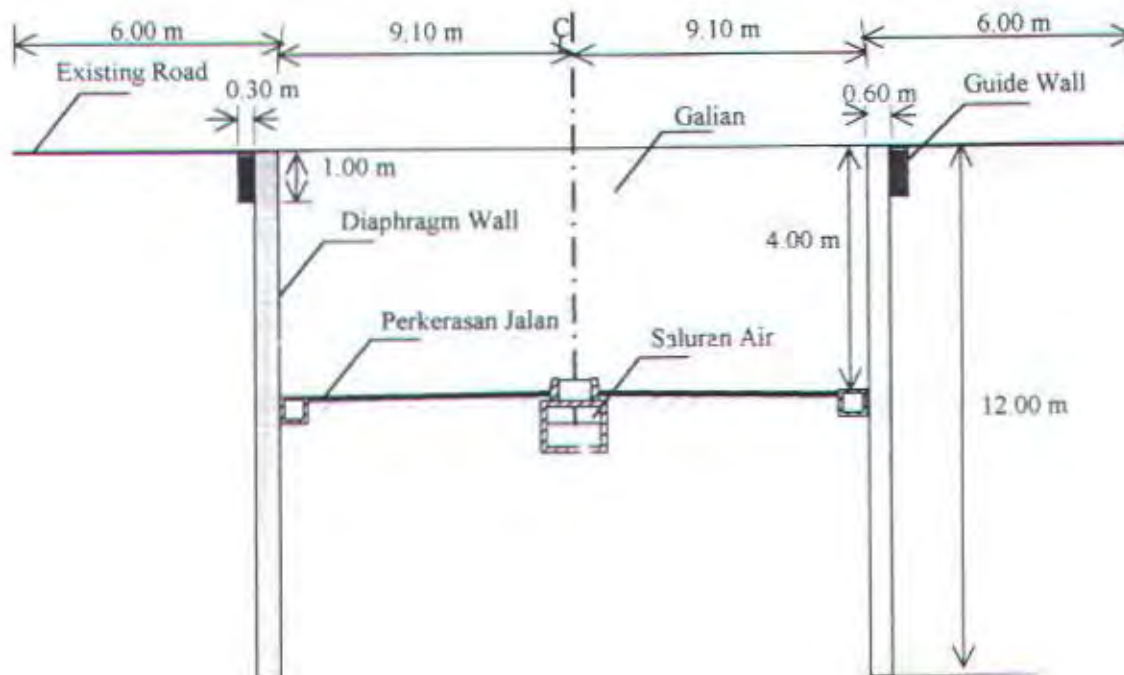
METODE PELAKSANAAN

4.1. Umum

Metode pelaksanaan pekerjaan dinding Diaphragma yang dibahas dalam Tugas akhir ini dibatasi hanya meliputi dua system yaitu sistem pracetak (*Precast*) dan sistem cor setempat (*Cast in Place*).

Pada pekerjaan dinding Diaphragma (*Diaphragm Wall*) secara umum dibedakan dua bagian struktur yakni struktur Guide Wall dan struktur Panel dinding Diaphragma .

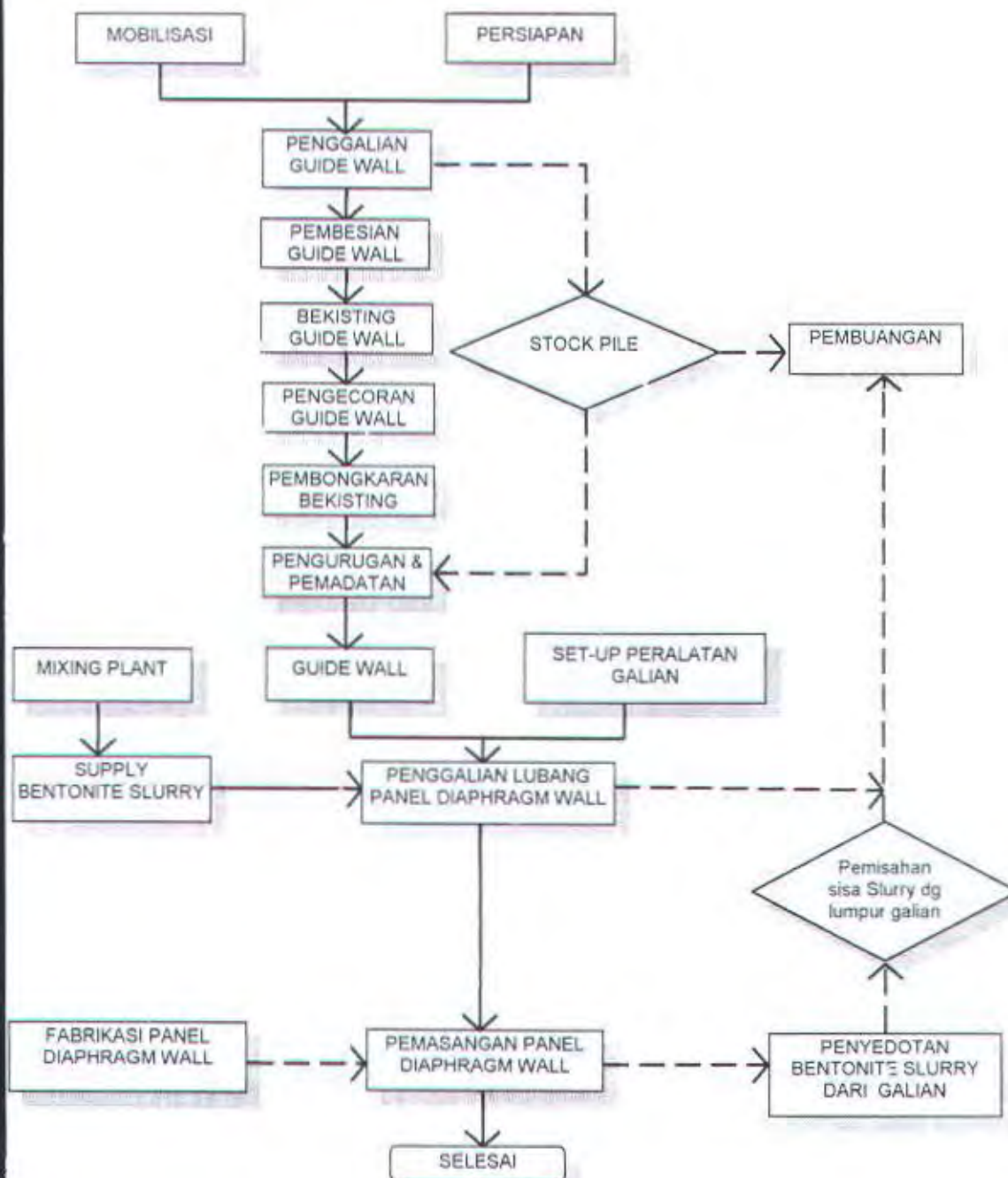
Dalam pelaksanaan sistem panel dinding Diaphragma pracetak dan sistem cor setempat diawali dengan pembuatan guide wall yang berfungsi sebagai cetakan pengarah pada pekerjaan penggalian. Selanjutnya pekerjaan pembuatan dinding diphragma dapat dimulai pada sistem Pracetak dan Cor Setempat .



Gambar 4.1 Potongan Melintang Diaphragma Wall Proyek Under Way

4.2. Metode Pelaksanaan Dinding Diaphragma Sistem Pracetak

Metode pelaksanaan mempunyai urutan pekerjaan yang saling berkaitan satu dengan lainnya dan kelancaran hubungan itu sangat mempengaruhi ketepatan waktu pelaksanaan. Urutan kegiatan dapat dilihat pada bagan alir hubungan kegiatan pelaksanaan dibawah ini.



Gambar 4.2 Alir Pekerjaan Precast Diaphragm Wall

4.2.1. Pekerjaan Persiapan Lapangan

Sebelum memulai pelaksanaan Pekerjaan pembuatan dinding diaphragma dibutuhkan terlebih dahulu persiapan lokasi pekerjaan dan komposisi material yang dibutuhkan.

Secara umum pekerjaan persiapan dibedakan dua tahapan sebagai berikut :

A. *Pekerjaan Trial Mix*

Adalah pekerjaan yang dilakukan sebelum pelaksanaan pekerjaan Diaphragm Wall dimulai yakni dengan melakukan serangkaian percobaan untuk menentukan material pengisi yang akan digunakan dan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan

B. *Pekerjaan Persiapan*

Mendahului pekerjaan utama yang akan dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pekerjaan persiapan, yang meliputi :

1. Pekerjaan Umum

- a. Pembuatan sarana & fasilitas kerja seperti : direksi ket, gudang.
- b. Pembuatan jalan kerja (Concrete Platform)

Jalan kerja dibuat selebar 6 m sejajar dengan jalur dinding diaphragma. Perataan elevasi dilakukan dengan buldozer, kemudian dipadatkan dan dibuat jalan kerja dari beton bertulang yang cukup kuat untuk menerima beban injakan Crawler Crane, Concrete Mixer truk, Dump truk dan alat berat lainnya. Pembuatan jalan kerja sangat diperlukan dalam pelaksanaan konstruksi, tidak hanya untuk menahan beban alat-alat berat sebagai peralatan yang digunakan untuk penggalian dan pemasangan instalasi panel, tetapi juga sekaligus berfungsi untuk menjaga kevertikalan posisi peralatan sewaktu penggalian parit dilaksanakan.

- c. Pabrikasi peralatan, berupa pekerjaan merangkai dan menseting peralatan sesuai letak dan kebutuhan alat tersebut yang dapat dilihat pada gambar 4.4 Siklus penggalian parit panel Precast Diaphragm Wall

2. Pekerjaan pengukuran

Pekerjaan pengukuran lokasi pekerjaan secara keseluruhan dengan alat bantu theodolit dan waterpass, kemudian menetapkan titik-titik referensi, jalur *Diaphragm Wall*, jalur *Guide Wall*, dan lain sebagainya.

4.2.2. Mobilisasi Peralatan

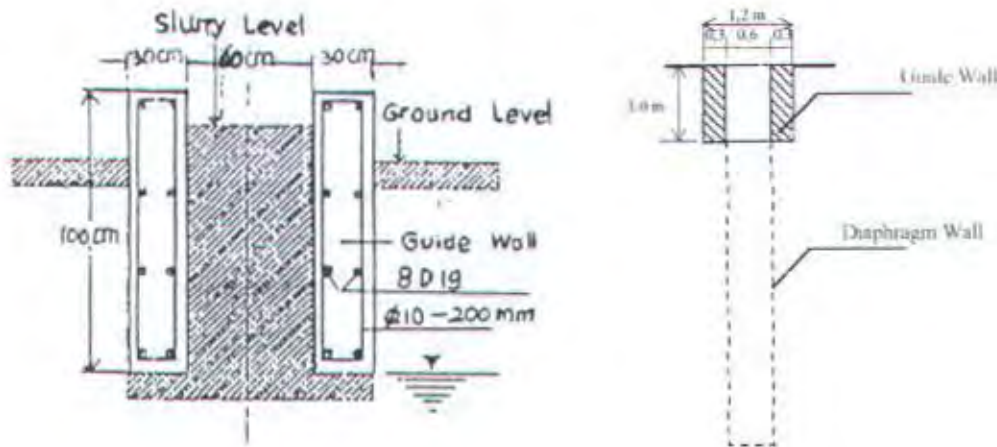
Guna menyediakan fasilitas-fasilitas dan peralatan angkutan bahan-bahan bangunan untuk keperluan pembangunan serta pembuangan material sisa kelokasi penampungan sementara yang selanjutnya dibuang ke lokasi pembuangan dengan dump truk, maka dibutuhkan mobilisasi alat tersebut.

Alat-alat yang harus dimobilisasi adalah :

- a. Excavator .
- b. Crawler crane Link Belt LS408J kap. 50 ton, dilengkapi dengan Clamshell (Kelly grab kap 0.4 m³).
- c. Service crane kap 20 ton (Precast dan Cast in place).
- d. CWS Joint (Cast in place).
- e. Generator 250 KVA.
- f. Mesin Las 250 A.
- g. Bentonite Mixer.
- h. Bentonite testing set.
- i. Submersible pump.
- j. Diaphragm pump (cast in place)
- k. Tank penampungan kap. 50 m³.
- l. Pipa Tremie.
- m. Peralatan bantu lainnya.

4.2.3. Pekerjaan Guide Wall

Guide wall didefinisikan berupa sebaris dinding yang terbuat dari beton bertulang, posisi vertikal dan horizontalnya harus diletakan sesuai dengan rencana guna mendapatkan kelurusan saat penggalian panel dinding diaphragma. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.3. Skesta potongan guide wall.



Gambar 4.3 Sketsa Potongan Guide Wall

A. Fungsi dari guide wall adalah :

1. Sebagai pengarah grab raksasa pada saat galian dilaksanakan, guna memberi jaminan bahwa diaphragm wall yang dihasilkan berada pada posisi horizontal yang tepat secara vertikalitas sesuai gambar desain yang diberikan.
2. Sebagai penopang dan penggantung panel-panel diaphragma wall sebelum bentonite cementnya mengeras.
3. Sebagai penjaga elevasi permukaan bubur bentonite-cement dalam lubang galian supaya tidak turun dengan tujuan menjaga stabilitas dinding galian parit bagian atas pada saat penggalian dilaksanakan.
4. Sebagai "Reference Marking" yang terpercaya guna penentuan posisi horizontal kedudukan masing-masing panel diaphragm wall sesuai yang direncanakan
5. Sebagai kontrol kevertikalan posisi grab raksasa selama proses penggalian lubang, dengan secara berkesinambungan mengukur jarak antara wire rope penggantung grab dengan tepi guide wall kanan dan kirinya secara berkala dan terkendali serta tercatat.

B. Spesifikasi Guide wall adalah :

Bekisting :

Rangka = Kayu kruing (6/12) & (5/7) cm

Cover = Multiplek 12 mm (standar SII)

Pembesian :

Bahan = Besi Ulir D 16 mm & Ø 10 mm (U-32 & standar SII)

Perakitan = Manual dengan kawat beton

Pengecoran :

Bahan = Beton K-225

Produksi = Ready Mix

C. Pelaksanaan pekerjaan pembuatan Guide wall

Pekerjaan guide wall terdiri dari beberapa langkah pelaksanaan, antara lain sebagai berikut:

1. Penentuan / pengukuran jalur *Guide Wall*.

Pengukuran dilakukan bersamaan dengan pekerjaan persiapan, dengan alat bantu Theodolit dan waterpass ditentukan jalur pembuatan guide wall.

2. Penggalan tanah dengan menggunakan *excavator*

Proses penggalan tanah dilakukan menerus sesuai jalur galian. Tanah galian ditimbun dan di gelar agar mengering dengan excavator di dekat lokasi galian. Galian dibuat selebar 1,5 m dari lebar rencana guide wall selebar 1,2 m. Hal itu berguna untuk memudahkan pemasangan bekisting dan menghindari terjadi penyempitan akibat kelongSORan.

Hasil galian diangkut dengan dump truk kelokasi penampungan diluar lokasi proyek . Kemampuan produktivitasnya sebesar 48 m³/hari, dengan ketentuan membutuhkan sebanyak 2 unit dump truk yang masing-masing dilengkapi dengan seorang operator dan pekerja.

Penggalan tersebut diikuti dengan pengukuran dan setting out detail jalur Guide wall, agar kelurusan dan elevasi kedalaman galian guide wall sesuai.

3. Pembuatan dan pemasangan tulangan besi Guide wall

Proses pekerjaan pembesian terdiri dari fabrikasi dan instalasi/pemasangan besi tulangan dilokasi galian guide wall yang dilakukan secara manual.

- a. Pekerjaan pabrikasi, adalah pekerjaan pemotongan, pembengkokan serta pembuatan rangkaian besi struktur guide wall yang terdiri sengkang dan besi utama. Kemampuan produktivitasnya adalah sebesar 2000 kg/hari dari total volume kebutuhan sebesar 5470 kg

Kebutuhan peralatan dan tenaga kerja yang untuk pelaksanaan adalah sebagai berikut :

- Jenis alat	: Bar Cutter (alat pemotong besi)	= 1 unit
	Bar Bender (alat pembengkok)	= 1 unit
- Pekerja	: Mandor (Foreman)	= 1 orang
	Tukang besi	= 3 orang
	Pekerja	= 4 orang

- b. Pekerjaan perakitan dan instalasi pembesian dilakukan dilokasi galian guide wall dengan kemampuan produktivitas 650 kg/hari.

Pekerjaan dilakukan secara manual dan dibutuhkan tenaga kerja yang

terdiri dari	: Mandor (Foreman)	= 1 orang
	Tukang besi	= 5 orang
	Pekerja	= 10 orang

- c. Pembuatan dan pemasangan bekisting, sebagai cetakan .

Pembuatan bekisting dilakukan setelah besi dirangkai dilokasi galian guide wall. Spesifikasi bahan yang dibutuhkan telah dijelaskan pada pembahasan spesifikasi diatas, sedangkan proses pemasangan dirangkai langsung sepanjang 100 m.

Kebutuhan tenaga kerja terdiri dari :

	Mandor (Foreman)	= 1 orang
	Tukang kayu	= 5 orang
	Pekerja	= 3 orang

Kemampuan produktivitas 50 m²/hari dari total volume 200 m²

- d. Pengecoran Guide wall

Setelah pembesian dan bekisting sepanjang 100 m (sebagai acuan penelitian siap), maka pengecoran dapat dilakukan .

Adapun tahapan pengecoran adalah sebagai berikut :

- Pembersihan lokasi galian dari sisa-sisa perakitan dan tanah
- Pengontrolan kebenaran instalasi pembesian dan kekuatan bekisting
- Persiapan tenaga kerja dan alat bantu yang terdiri dari :

Jenis alat : Vibrator (alat penggetar)	= 2 unit
Submersible pump (pompa beton)	= 1 unit
Pekerja : Mandor (Foreman)	= 1 orang
Tukang batu	= 2 orang
Pekerja	= 10 orang

- Pengecoran guide wall dengan menggunakan produk beton ready mix yang dicurahkan langsung dari truk molen sepanjang 100m'.

Kemampuan produktivitas 100 m³/hari dari total volume 60 m³.

- e. Sehari setelah pengecoran dilakukan pembongkaran bekisting dan pembasahan beton selama 7 hari sebagai perawatan beton

4.2.4. Perencanaan Mixing Plant

Pekerjaan persiapan Mixing plant dilakukan setelah pekerjaan persiapan lokasi dan mobilisasi peralatan yang dibutuhkan untuk proses pencampuran larutan bentonite slurry datang dilokasi.

1. Instalasi Mixing plant

Mixing plant adalah sebagai tempat pencampuran dan penampungan sementara larutan bentonite sebagai bahan pengisi lubang galian panel Diaphragm wall. Tempat penampungan berupa kolam ukuran sekitar 4 x 6 m dengan kedalaman 1 m. Terdapat dua macam kolam yakni kolam penampung larutan bentonite baru dan larutan bentonite bekas yang dikeluarkan dari galian saat pengecoran dengan melalui *desanding unit* atau alat pemisahan tanah dengan larutan bentonite.

2. Pembuatan Bentonite slurry

Bentonite slurry adalah larutan tanah liat murni sebagai pengisi lubang galian pada saat penggalian agar galian tidak longsor. Kekuatan daya dukung bentonite slurry sebesar 3 – 4 kg /cm² dengan komposisi campuran adalah 40 kg (1 zak) bentonite slurry + 1000 liter air, yang ditampung dalam kolam

penampungan. Pekerjaan ini dilakukan pada saat pekerjaan guide wall telah siap (melewati masa pemeliharaan selama 7 hari), karena penggalian panel diaphragm wall telah siap dimulai.

3. *Instalasi Perpipaan*

sebagai suplai beton bentonite dari kolam penampungan kelokasi galian dan sebaliknya membawa larutan bentonite bekas kekolam penampungan daur ulang. Pendaaran hanya bisa dilakukan max dua kali, tergantung kondisinya.

4.2.5. **Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Diaphragma sistem Pracetak**

Setelah pekerjaan persiapan diselesaikan secara keseluruhan yang meliputi pembuatan guide wall, pembuatan bentonite slurry untuk penggalian, pembuatan bentonite *ce.nent slurry*, kemudian dilakukan :

A. *Penggalian Parit Panel Dinding Diaphragma*

Penggalian parit panel dilakukan dengan alat gali jenis kelly grab yang dioperasikan oleh Crawler crane dengan kapasitas 0.4 m³ sekali gali.

Grab raksasa juga dapat memandu kevertikalannya akibat berat sendiri seperti unting-unting dan pembungkus luar grab berbentuk memanjang yang terbuat dari besi .

Penggalian akan dilaksanakan tahap demi tahap terus sampai kedasar galian. Secara kontinyu tanah yang tergali harus segera disuplai oleh bubur bentonite slurry yang baru supaya permukaan bubur bentonite tetap berada dekat permukaan atas guide wall. Bibir guide wall dibuat selalu berada diatas muka air tanah agar tidak membahayakan stabilitas dinding galian.

Pada saat penggalian berlangsung dibutuhkan pekerja sebagai berikut :

1. Dua orang pekerja yang selalu siap memandu kelurusan masuknya alat gali grab.
2. Dua orang lainnya memandu pembuangan atau penuangan tanah galian.
3. Seorang tukang las selalu siap apabila dibutuhkan.
4. Dua orang operator sebagai pengoperasi alat mixing plant (1 unit) dan mission pump (2 unit).
5. Enam orang pekerja yang mengatur pemasangan pipa dan pensuplaian bentonite slurry

Tanah galian tersebut harus secara kontinyu diperiksa jenisnya dan dicatat sebagai catatan yang merupakan dasar pembuatan excavation report pada setiap lubang. Penggalian berjalan menerus sepanjang 100 m sesuai dengan batasan tinjauan penelitian.

Kemampuan produktivitas alat gali kelly grab sebanyak 7,2 m³/jam atau 57,6 m³/hari, sedangkan produktivitas kemampuan suplai bentonite slurry sebanyak 10 m³/jam atau 80 m³/hari. Volume total galian adalah 660 m³.

Penjelasan aktivitas penggalian dapat dilihat pada gambar 4.4 Siklus penggalian parit panel Precast Diaphragm Wall.

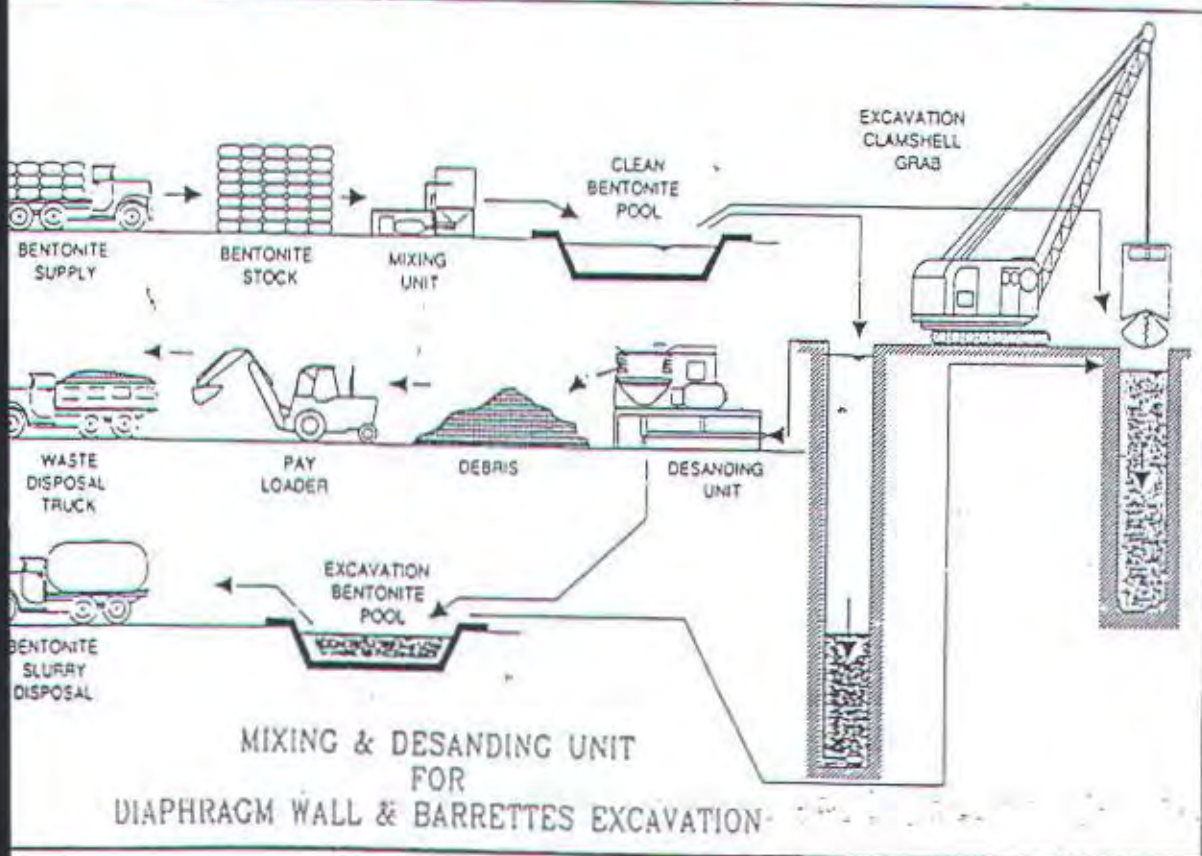
Permasalahan yang sering timbul pada saat penggalian parit panel adalah sebagai berikut:

1. Apabila dari data tanah tidak menunjukkan adanya batu atau lapisan keras, akan tetapi pada saat penggalian harus kita antisipasi adanya lapisan keras tersebut, maka terdapat beberapa metode untuk mengatasi kasus diatas, antara lain adalah :
 - a. Dengan grab, apabila batu tidak terlalu besar atau masih sesuai dengan tebal galian.
 - b. Dengan menggunakan kombinasi grab dan chisel yang terdiri dari *Cross Chisel* dan *Bomb Chisel* untuk memecah batu tersebut.

Pada pembahasan penelitian, pelaksanaan penggalian tidak mengalami gangguan adanya batuan keras, sehingga tidak memperhitungkan hal tersebut diatas

2. Pengontrol kevertikalan dan stabilitas galian, dengan mengadakan :
 - a. Pemeriksaan secara terus menerus vertikalitas wire rope penggantung yang berfungsi sebagai unting-unting dan grab raksasa sebagai bandul. Secara berkala jarak antara wire rope dengan bibir kanan dan kiri guide wall akan selalu diukur kesamaannya. Bila terjadi penyimpangan akan segera terdeteksi dan dilakukan koreksi sebelum lubang yang digali menyimpang terlalu jauh.
 - b. Pengukuran kedalaman dengan meteran, untuk mengontrol terjadi kelongsoran secara cepat pada penggalian.

- c. Pengukuran kelurusan pada pelaksanaan instalasi panel pracetak dengan menggunakan theodolit.



Gambar 4.4 Siklus penggalian parit panel Precast Diaphragm Wall

B. Pembuatan panel Panel Precetak Dinding Diaphragma

Pembuatan panel precast diaphragm wall dilakukan di pabrik (manufacture), sesuai dengan daya dukung dan kekuatan memikul gaya-gaya yang terjadi.

Perhitungan pemesanan panel diaphragm wall sudah termasuk dengan pengiriman panel sampai kelokasi. Untuk memudahkan pemasangan panel, maka penimbunan sementara panel-panel tersebut diusahakan dekat dengan lokasi galian dan tidak mengganggu jalur operasional alat-alat berat.

Adapun spesifikasi panel precast :

- Dimensi = 1,0 m x 0,4 m x 12,0 m
- Besi = Besi ulir D 25 & sengkang D 13 (U-32 SII)
- Beton = K-450
- Produksi = Indo Pora, Jakarta

C. Pemasangan panel pada jalur Dinding Diaphragma

Pemasangan panel dilaksanakan secara menerus, dengan tahapan setiap galian untuk sepuluh panel (10 m') telah selesai. Hal tersebut disebabkan untuk mempermudah manuver alat penggali (kelly grab) dan service crane sebagai pengangkat panel precast saat instalasi pemasangannya. Proses pengangkatan dan pemasangan panel diperlukan ketelitian, agar tidak terjadi krek/cacat pada panel. Oleh sebab itu dibutuhkan tujuh tenaga kerja sebagai pemandu pelaksanaan pemasangan dan seorang tukang las untuk mengelas panel-panel agar tidak bergeser. Selain itu kelurusan panel sangat diperhatikan dengan selalu mengadakan pengecekan dengan alat bantu theodolit. Kemampuan pemasangan panel sebanyak 10 panel/hari dari kebutuhan keseluruhan sebanyak 100 panel.

Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.5 Tampak potongan panel precast diaphragm wall dan 4.6 Rangkaian panel precast diaphragm wall.

D. Pemindaahan dan pembuangan tanah bekas galian

Setiap penggalian parit panel dari grab raksasa, tanah galian ditimbun dan digelar sementara sebagai proses pengeringan air yang terkandung dalam tanah galian tersebut disekitar lokasi galian selama beberapa jam, kemudian

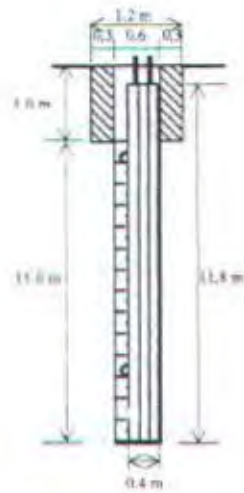
dengan alat excavator tanah diangkut ke dump truk untuk dibawa ketempat penampungan diluar lokasi proyek.

Tujuan tahapan tersebut agar air lumpur galian tidak akan mengotori jalan.

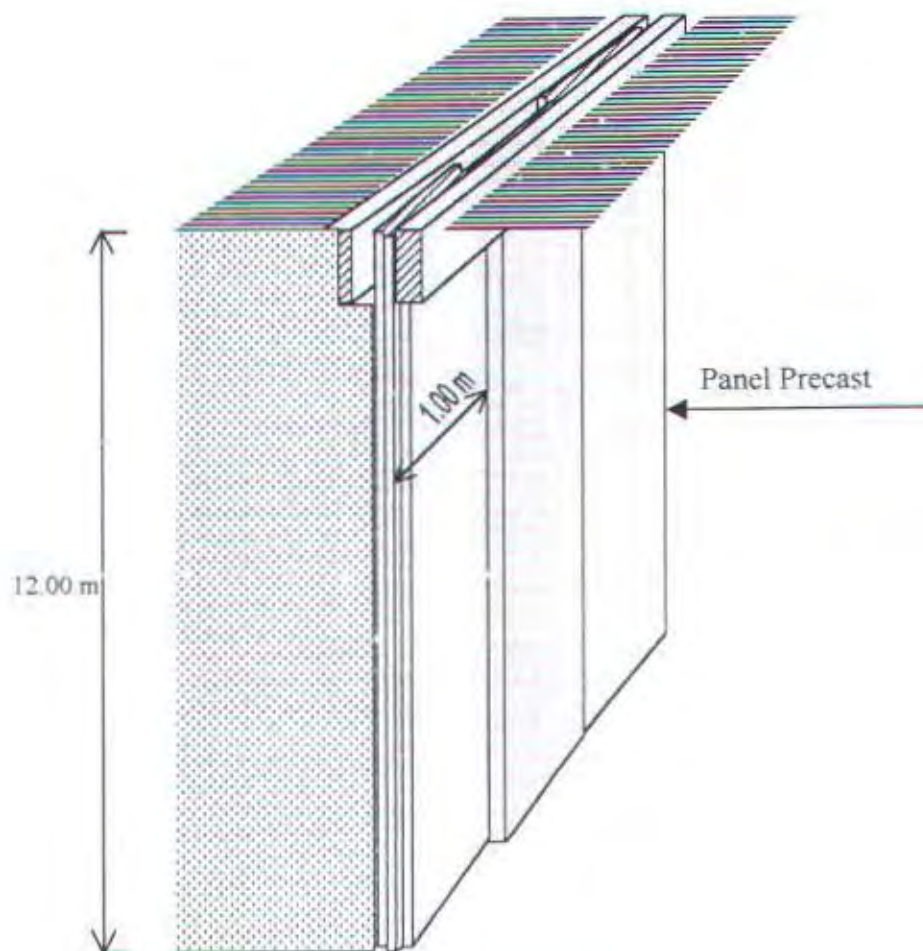
Pengangkutan tanah galian membutuhkan empat unit dump truk yang mempunyai produktivitas 96 m³/hari dan kemampuan perjalanan sebanyak 4 rate/hari. Volume total galian sebesar 990 m³.

E. Finishing

Pekerjaaaan finishing adalah pekerjaan pengisian larutan bentonite cement dengan komposisi 100 zak semen tiap m³ pada celah antara lebar galian dengan ketebalan panel yang terdapat selisih 20 cm .Kebutuhan cairan bentonite cement sebanyak 2,36 m³/panel atau semen sebanyak 236 zak/panel. Proses pelaksanaan dilaksanakan bersamaan dengan pemompaan atau disending larutan lumpur bentonite.



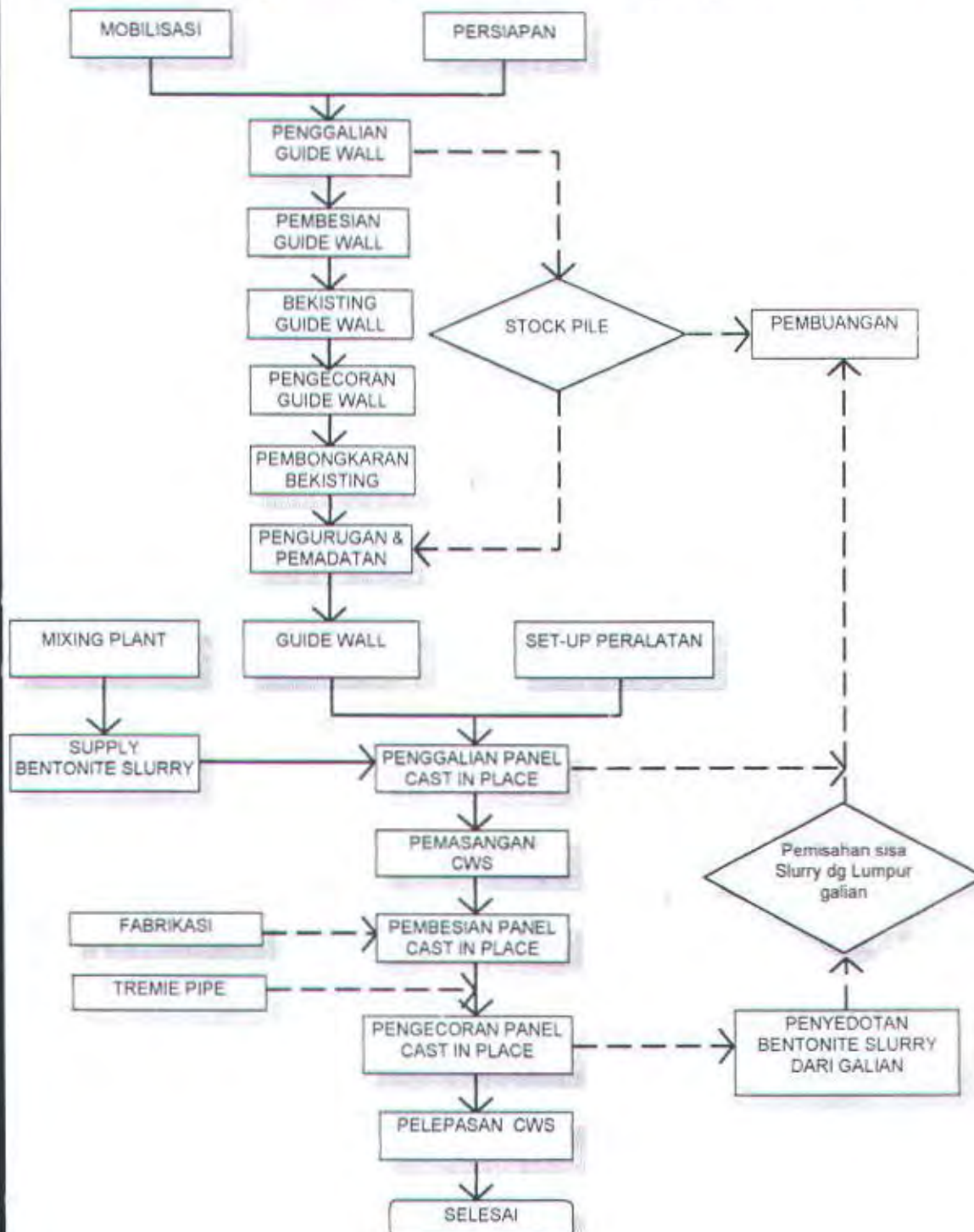
Gambar 4.5 Tampak Potongan panel Precast Diaphragm Wall



Gambar 4.6 Rangkaian Panel Precast Diaphragm Wall

4.3 Metode Pelaksanaan Dinding Diaphragma Sistem Cor Setempat

Metode pelaksanaan sistem cor sempit merupakan alternatif yang digunakan pada proyek Under way di Tanah Abang Jakarta. Terdapat beberapa tahapan yang berbeda dibandingkan sistem pracetak seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.7 Alir Pekerjaan Cast in Place Diaphragm Wall

Urutan pekerjaan sistem Cor Setempat sama dengan pelaksanaan pada dinding diaphragma sistem pracetak yang telah diterangkan diatas yakni meliputi :

1. Pekerjaan Persiapan Lapangan
2. Pekerjaan Mobilisasi peralatan
3. Pekerjaan Guide Wall
4. Pekerjaan Pembuatan Panel dinding diaphragma cor setempat

Tiga kegiatan diatas tidak dibahas dalam penjelasan metode pelaksanaan sistem cor setempat ini, karena sama dengan sistem pracetak yakni sebagai persiapan untuk melaksanakan pembuatan panel dinding diaphragma.

4.3.1. Metode Pelaksanaan pekerjaan Dinding Diaphragma Sistem Cor Setempat

Setelah *guide wall* siap digunakan sebagai acuan penggalian dan pembuatan larutan bentonite slurry telah siap ,maka proses pembuatan panel diaphragm wall dapat dimulai.

Tahapan pembuatan panel cast in place diaphragm wall adalah sebagai berikut :

A. Penggalian Parit Panel Dinding Diaphragma Cor Setempat

Penggalian parit panel menggunakan cara dan peralatan yang sama dengan penggalian pada panel precast diaphragm wall.

Perbedaan terdapat pada tahapan penggalian yang terdiri dari dua tahapan yakni :

1. Tahapan pertama adalah penggalian parit primary panel yang terdiri dari dua parit terletak mengapit diantara rencana penggalian parit panel secondary. Panjang masing-masing parit panel sepanjang 7 m. Setelah penggalian parit panel primary dilanjutkan dengan pemasangan CWS sebagai cetakan panel pada dua sisi tepi jalur Diaphragm Wall yang akan dicor. Pengangkatan dan pemasangan CWS dilakukan dengan service crane dan dilakukan pengelasan bagian atas nya agar CWS tidak berubah posisi (bergerak).CWS merupakan alat yang bagian depan terbuat dari pelat baja dan bagian belakang terdiri dua buai baja kanal yang dilas sejajar diantaranya. CWS berfungsi juga untuk memasang rubber waterstop sebagai alat peredam kebocoran pada saat pengecoran panel

primary dan panel secondary. Rubber water stop akan menyatu dengan panel tersebut saat CWS dilepas.

Pekerjaan pemasangan CWS ini yang membedakan dengan sistem precast, Perbedaan tersebut antara lain sebagai berikut :

- Pemasangan sepasang CWS pada satu galian primary membutuhkan waktu yang lama yakni sekitar 2 jam.
- Dibutuhkan peralatan dan tenaga kerja terdiri dari :
 - Jenis alat : Service crane kapasitas 20 ton = 1 unit
 - Pekerja : Operato service crane = 1 orang
 - Tukang las = 1 orang
 - Pekerja = 3 orang

Jadi untuk menghemat waktu pada saat bersamaan dilakukan recycling bentonite slury yang ada di trench dengan menggunakan pipa kedalam lubang dan ujung bawah pipa dipasang electronic submersible pump yang cukup kuat. Bagian atas pipa disambung dengan sistem perpipaan yang melewati desanding machine terus kekolam slury bekas. Quality control terhadap slury selalu dilakukan secara berkala sejak pencampuran pertama sampai akhir proyek agar kualitasnya terpenuhi.

2. Tahapan kedua adalah penggalian parit panel secondary.

Penggalian sepanjang 4 m dilakukan setelah pengecoran kedua panel primary yang mengapit selesai. Proses penggalian sama dengan pada panel primary akan tetapi tanpa pemasangan CWS, karena sudah diapit oleh dua panel primary. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.8 Siklus Penggalian parit dan Pengecoran Cast in Place.

B. Pekerjaan Pembesian

1. Spesifikasi panel adalah :

Dimensi : Primary panel = 4,0 m x 0,6 m x 12,0 m

Scndary panel = 7,0 m x 0,6 m x 12,0 m

Besi : Besi ulir D 25 & sengkang D 13 (U-32 standar SII)

Beton : Beton ready mix K-450

2. Pekerjaan pabrikasi dan pembuatan sangkar besi

Pekerjaan pabrikasi dan perakitan atau pembuatan sangkar besi dilakukan di lokasi khusus pembesian. Sistem sambungan rangkaian pembesian adalah sambungan las.

Peralatan dan tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Jenis alat : Bar Cutter (alat pemotong besi) = 3 unit
 Bar Bender (alat pembengkok) = 3 unit
 Mesin las = 1 unit
- Pekerja : Mandor (Foreman) = 1 orang
 Tukang las = 1 orang
 Tukang besi = 10 orang
 Pekerja = 15 orang

Kemampuan produktivitas perakitan sebesar 15000 kg/hari.

3. Pekerjaan instalasi atau pemasangan kedalam galian parit diaphragm wall

Sangkar-sangkar panel besi yang telah siap segera diangkut dari lokasi pabrikasi ke dekat galian parit panel yang telah siap diadakan pengecoran dengan alat bantu service crane. Sangkar panel diikatkan dengan cara pengelasan tali baja pada tiga sisi sangkar yakni pada kedua ujung atasnya dan tengah-tengah bagian atas sangkar, kemudian tali baja di kaitkan pada profil baja yang dikaitkan pula pada service crane dengan tali baja. Setelah siap maka dilakukan pengangkatan sangkar dengan service crane untuk dimasukkan kedalam lubang galian panel. Selanjutnya sangkar besi ditahan oleh service crane kap 20 ton selama proses pengecoran.

Peralatan dan tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Jenis alat : Service crane kapasitas 20 ton = 1 unit
- Pekerja : Operato service crane = 1 orang
 Tukang las = 1 orang
 Pekerja = 7 orang

Kemampuan produktivitas perakitan sebesar 15000 kg/hari.

C. Pengecoran Panel Dinding Diaphragma Cor Setempat

Pengecoran panel berlangsung beberapa tahap. Pekerjaan pengecoran beton dilakukan dengan alat bantu pipa tremie dilengkapi pompa sebagai pensuplai cairan beton berguna untuk meminimalkan bercampurnya beton dengan larutan lumpur slurry .

Tahapan pengecoran dilakukan setiap 3 meteran lalu pipa tremie dipotong dan digeser kesamping untuk memudahkan penarikan pipa besi tremie.

Awal pengecoran dilakukan pada dua bagian primary panel yang mengapit secondary panel, setelah beton cukup umur (min 2 hari) CWS dilepas dengan alat bantu grab. Grab dilekat pada sisi atas CWS lalu dengan gaya lateral yang berasal dari berat grab yang sedang menggali pada panel secondary maka CWS akan tergeser kesamping dan terlepas. Setelah diluar lubang maka CWS dibersihkan dari sisa beton yang masih menempel dengan jalan menumbukkan CWS tersebut kepermukaan tanah. Dengan terlepasnya CWS maka Ruber waterstop yang terbuat dari karet khusus akan dapat menahan perembesan air tanah dan menyatukan panel-panel tersebut. Kegiatan selanjutnya adalah pengecoran secondary panel yang proses pengecoran sama dengan pada panel primary.

Peralatan dan tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- | | | |
|--------------|----------------------------------|------------|
| - Jenis alat | : Service crane kapasitas 20 ton | = 1 unit |
| | Tremie Pipe | = 1 unit |
| | Submersible pump | = 1 unit |
| - Pekerja | : Operato service crane | = 1 orang |
| | Mandor (Foreman) | = 1 orang |
| | Pekerja | = 10 orang |

Kemampuan produktivitas pengecoran panel sebesar 100 m³/hari.

D. Pemindahan dan pembuangan tanah bekas galian

Setiap penggalian parit panel dari grab raksasa, tanah galian ditimbun dan digelar sementara sebagai proses pengeringan air yang terkandung dalam tanah galian tersebut disekitar lokasi galian selama beberapa jam, kemudian

dengan alat excavator tanah diangkut ke dump truk untuk dibawa ketempat penampungan diluar lokasi proyek.

Tujuan tahapan tersebut agar air lumpur galian tidak akan mengotori jalan.

Pengangkutan tanah galian membutuhkan empat unit dump truk yang mempunyai produktivitas 96 m³/hari dan kemampuan perjalanan sebanyak 4 rate/hari. Volume total galian sebesar 990 m³.

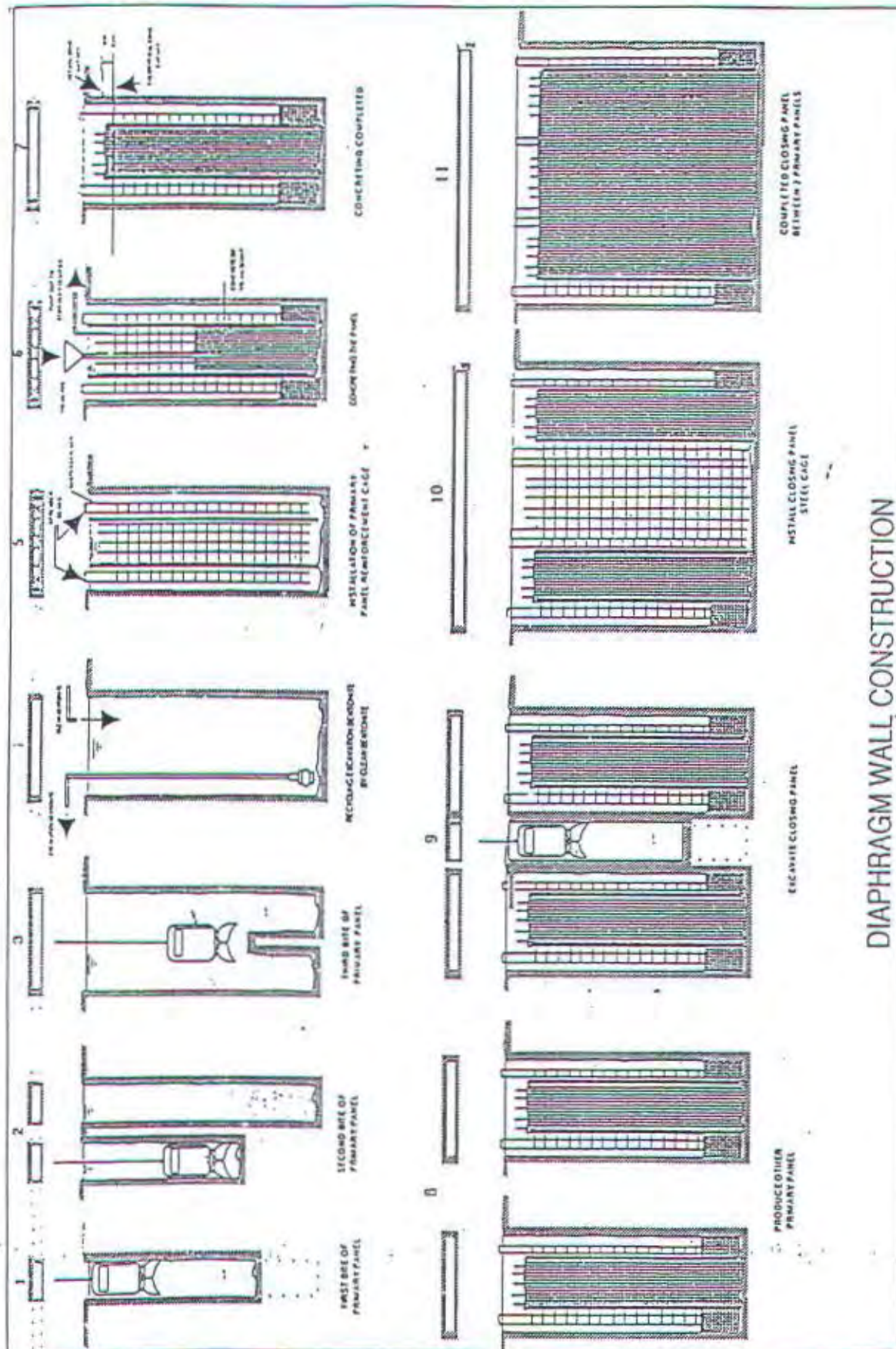
E. Finishing

Pekerjaan finishing adalah pekerjaan perapian bentuk panel yang dilakukan setelah penggalian tanah sesuai elevasi Under way yang direncanakan selesai.

4.4. Pekerjaan Penggalian Underway

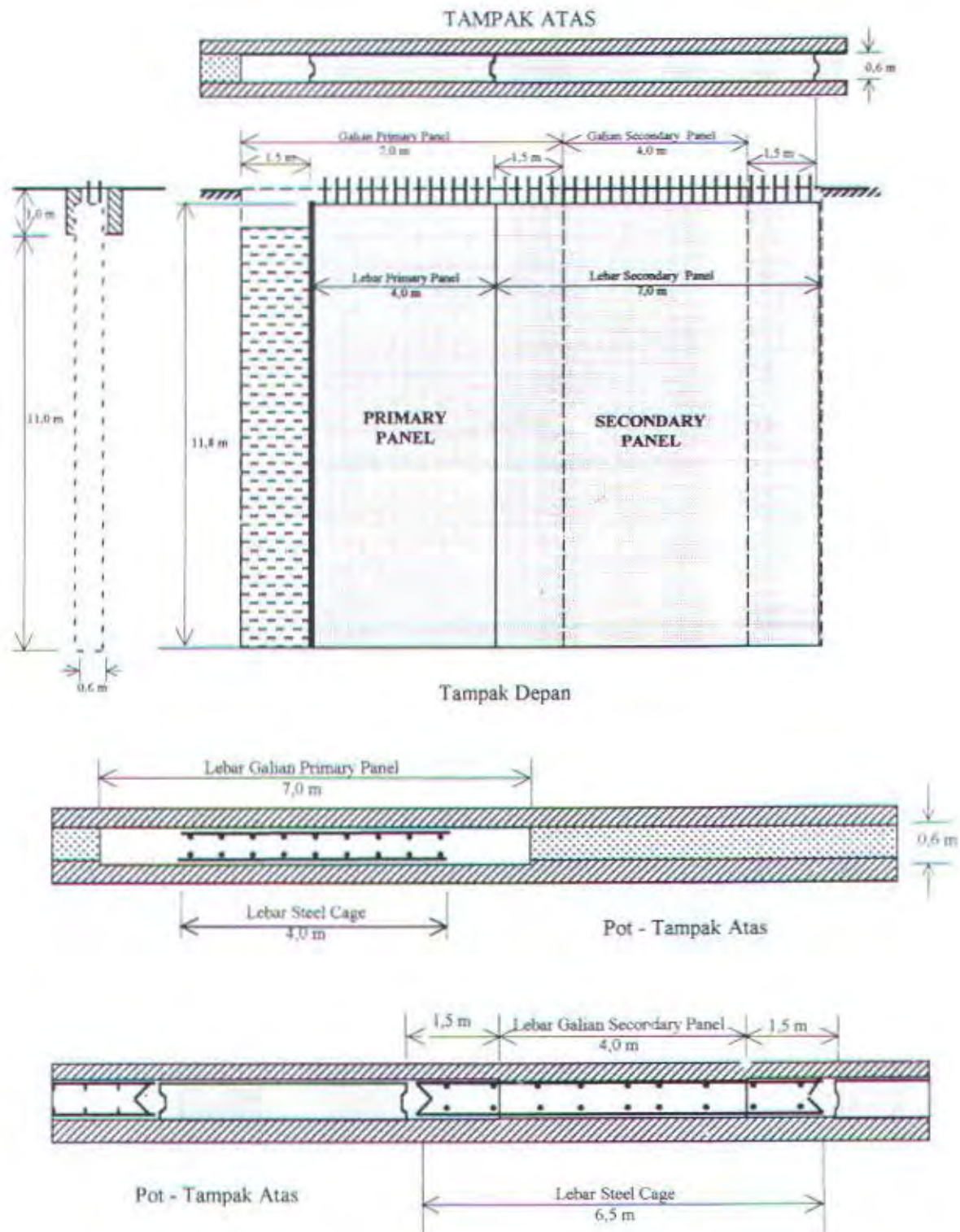
Setelah proses pemasangan atau pengecoran dinding diaphragma mencapai umur beton yang diijinkan (28 hari) ,maka dilakukan penggalian tanah sedalam 4 meter sesuai kedalaman underway yang direncanakan dengan alat bantu excavator dan alat angkut dump truk.

Dalam hal ini batasan penelitian hanya sebatas Pembuatan dan pemasangan dinding diaphragma, sehingga kegiatan selanjutnya berupa penggalian jalan under way tidak diperhitungkan dalam penyusunan penelitian ini.



DIAPHRAGM WALL CONSTRUCTION

Gambar 4.8. Siklus Penggalian Parit dan Pengecoran Sistem Cast in Place



Gambar 4.9 Konstruksi Cast in Place Diaphragm Wall

BAB V

ANALISA WAKTU DAN BIAYA

KONSTRUKSI DINDING DIAPHRAGMA

5.1. Tinjauan Umum

Pada bab ini akan dibahas perbandingan analisa biaya dan waktu pelaksanaan konstruksi dinding diaphragma beton bertulang pracetak (*precast diaphragm wall*) dengan beton bertulang cor setempat (*cast in place diaphragm wall*).

Analisa biaya dan waktu ini menitikberatkan pada pengkajian dan pembahasan biaya serta waktu pelaksanaan kegiatan proyek masa lalu, yang akan dipakai sebagai masukan penyusunan. Data-data penunjang tersebut meliputi : Identifikasi kegiatan, harga material, volume kegiatan, analisa harga satuan pekerjaan, rencana anggaran biaya, hubungan keterkaitan antar kegiatan, analisa biaya dan waktu.

Lingkup pembahasan analisa adalah analisa biaya dan waktu pekerjaan dinding pengarah (*guide wall*), dinding diaphragma pracetak (*precast diaphragm wall*), dinding diaphragma cor setempat (*cast in place diaphragm wall*).

5.2. Analisa Perhitungan Produktivitas dan Waktu Pelaksanaan

Analisa produktivitas setiap pekerjaan diperlukan untuk menentukan durasi waktu yang dibutuhkan setiap aktivitas. Produktivitas adalah kemampuan alat dan pekerja menyelesaikan suatu pekerjaan dalam hitungan waktu satu hari kerja. Data produktivitas didapat dari PT. Indo Pora Jakarta secara diskusi, pengumpulan data dan pengamatan lapangan.

Durasi waktu kegiatan didapat dengan menghitung volume masing-masing kegiatan, kemudian membandingkan dengan kemampuan produktivitasnya.

5.2.1. Perhitungan Volume Pekerjaan

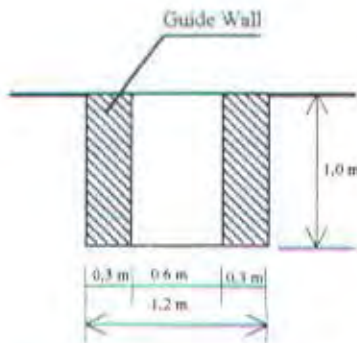
Perhitungan volume meliputi pekerjaan persiapan, pembuatan Guide Wall, pembuatan panel Diaphragm wall secara Precast dan Cast in Place.

A. Volume pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi :

1. Volume jalan kerja = $100 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ = 600 m^2
2. Volume pagar proyek = $100 \text{ m} \times 2 \text{ sisi}$ = 200 m^2
3. Volume Direksi Keet = $4 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3 \text{ unit}$ = 120 m^2
4. Volume Pengukuran = $100 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ = 2000 m^2

B. Volume Guide Wall (Dinding Pengarah)



Gambar 5.1. Potongan Guide Wall

Panjang Keseluruhan Guide Wall = $100,0 \text{ m}$

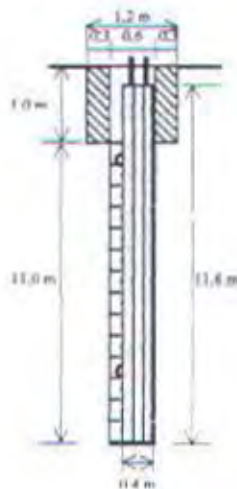
Volume Galian :
= $1,2 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ = $120,0 \text{ m}^3$

Volume Pembesian
= $(0,3 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 100,0 \text{ m} \times 91 \text{ kg/m}^3) \times 2$
= 5.470 kg

Volume Bekisting
= $(1,0 \text{ m} \times 100,0 \text{ m}) \times 2$ = 200 m^2

Volume Beton Cor:
= $(0,3 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 100,0 \text{ m}) \times 2$ = $60,0 \text{ m}^3$

C. Volume Panel Precast Diaphragm Wall (Dinding Diaphragma Pracetak)



Gambar 5.2 Potongan Precast Diaphragma Wall

Volume Galian (1 panel, lebar = $1,0 \text{ m}$)
= $0,6 \text{ m} \times 11,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$ = $6,6 \text{ m}^3$

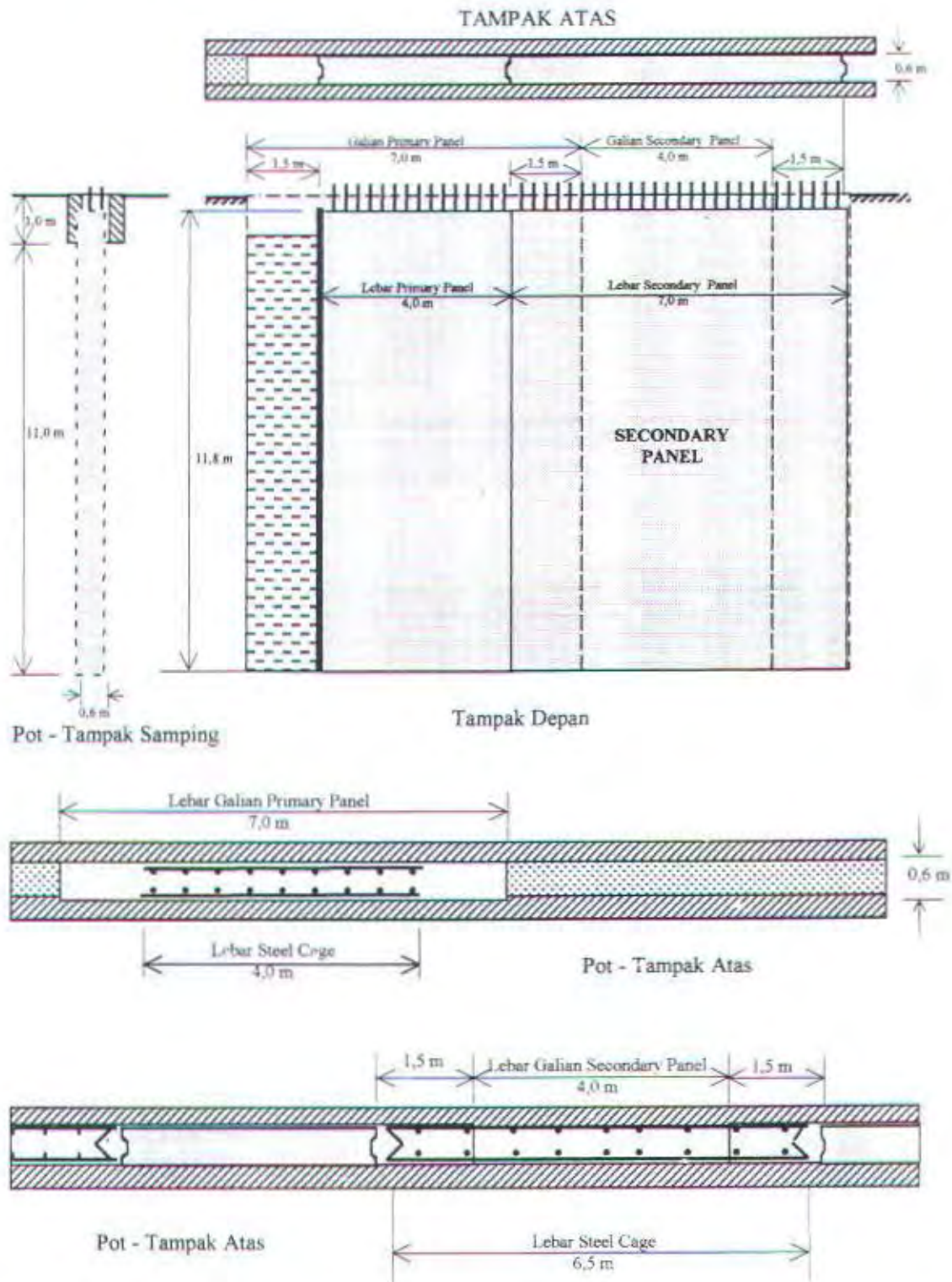
Volume Slurry (1 panel, lebar = $1,0 \text{ m}$)
= $0,6 \text{ m} \times 11,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$ = $6,6 \text{ m}^3$

Volume 1 Panel (lebar = $1,0 \text{ m}$)
= $1,0 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 11,8 \text{ m}$ = $4,72 \text{ m}^3$

Volume semen (pc) sebagai pengeras/pengisi rongga (1 panel, lebar = $1,0 \text{ m}$)
= $1,0 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 11,8 \text{ m}$ = $2,36 \text{ m}^3$
= $2,36 \times 100 \text{ zak (1 m}^3\text{)}$ = 236 zak

Jumlah Panel yang dibutuhkan
= $100,0 \text{ m}^2 / 1,0 \text{ m}^2$ = 100 panel

D. Volume Panel Cast in Place Diaphragm Wall (Dinding Diaphragm Cor Setempat)



Gambar 5.3. Ukuran konstruksi Cast in Place Diaphragm Wall

Berdasarkan gambar konstruksi panel dinding diaphragma sistem cor setempat diatas, perhitungan volume pada pekerjaan pembuatan panel yang terdiri dari beberapa jenis pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan volume pekerjaan penggalian
2. Perhitungan volume pekerjaan pengisian larutan bentonite slurry
3. Perhitungan volume pekerjaan pemasangan CWS sebagai sekat/cetakan
4. Perhitungan volume pekerjaan pembesian serta pengecoran.

Perhitungan volume masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.1. Volume 1 Panel Cast in Place Diaphragm Wall

PRIMARY PANEL	SECONDARY PANEL
Volume Galian = $0,6 \text{ m} \times 7,0 \text{ m} \times 11,0 \text{ m}$ = $46,2 \text{ m}^3$	Volume Galian = $0,6 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 11,0 \text{ m}$ = $26,4 \text{ m}^3$
Volume Slurry = $0,6 \text{ m} \times 7,0 \text{ m} \times 11,0 \text{ m}$ = $46,2 \text{ m}^3$	Volume Slurry = $0,6 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 11,0 \text{ m}$ = $26,4 \text{ m}^3$
Volume CWS = 2 bh	Volume CWS = tidak ada
Volume Pembesian (rasio besi 325 kg/m^3) = $0,6 \text{ m} \times 6,0 \text{ m} \times 12,0 \text{ m} \times 325 \text{ kg/m}^3$ = 14.040 kg	Volume Pembesian(rasio besi 325 kg/m^3) = $0,6 \text{ m} \times 6,5 \text{ m} \times 12,0 \text{ m} \times 325 \text{ kg/m}^3$ = 15.210 kg
Volume Beton Cor = $0,6 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 11,8 \text{ m}$ = $28,32 \text{ m}^3$	Volume Beton Cor = $0,6 \text{ m} \times 7,0 \text{ m} \times 11,8 \text{ m}$ = $49,56 \text{ m}^3$

Jumlah Panel yang dibutuhkan untuk tinjauan sepanjang $100,0 \text{ m}$ adalah
 $= 100,0 \text{ m} / 11,0 \text{ m}$
 $= 9,09 \approx 9 \text{ Panel}$

Dengan rincian kebutuhan panel adalah 9 panel primary dan 9 panel scndary.

Tabel 5.2. Perbandingan Volume Precast dengan Cast In Place untuk 100 m'

NO	ITEM PEKERJAAN	METODE KONSTRUKSI		
		VOLUME PRECAST	VOLUME CAST IN PLACE	
			Primary	Secondary
1.	Pekerjaan galian guide wall :	120,0 m ³	120,0 m ³	
2.	Pekerjaan Guide Wall Pembesian	5.470 kg	5.470 kg	
	Bekisting	200 m ²	200 m ²	
	Volume Beton Cor	60,0 m ³	60,0 m ³	
3	Jumlah Panel Diaphragma Wall	100 panel	9 panel	9 panel
4.	Pekerjaan Galian Diaphragma Wall	6,6 m ³ x 100 = 660 m ³	46,2 m ³ x 9 = 415,8 m ³	26,4 m ³ x 9 = 237,6 m ³
5.	Pekerjaan Slurry	6,6 m ³ x 100 = 660 m ³	46,2 m ³ x 9 = 415,8 m ³	26,4 m ³ x 9 = 237,6 m ³
6	CWS	tidak ada	2 bh x 9 = 18 bh	tidak ada
7	Pekerjaan Beton Diaphragma Wall Keranjang Besi	Beton Precast 4,72m ³ x 100 bh = 472 m ³	14.040 Kg x 9 = 126.360 kg	15.210 kg x 9 = 136.890 kg
	Volume Beton Cor		28,32 m ³ x 9 = 254,88 m ³	49,56 m ³ = 446,04 m ³

5.2.2. Perhitungan Durasi waktu Kegiatan

Perhitungan durasi waktu kegiatan sangat berhubungan dengan produktivitas masing-masing item kegiatan pekerjaan.

Tinjauan perhitungan durasi waktu kegiatan meliputi pekerjaan :

- A. Pekerjaan Persiapan
- B. Pekerjaan Guide Wall
- C. Pekerjaan Precast Diaphragm Wall
- D. Pekerjaan Cast in Place Diaphragm Wall

Rumus perhitungan durasi :

$$\text{Durasi} = \text{Volume pekerjaan} / \text{Produktivitas}$$

Penjabaran perhitungan durasi waktu di sajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.3. Perhitungan durasi waktu Guide Wall (Dinding Pengarah)

Peralatan	Crew	Produktivitas	Volume	Durasi	Keterangan
Penggalian Excavator : 1 unit	Operator : 1 org Pekerja : 2 org Tk Gali : 3 org	40 m ³ /hari	120,0 m ³	= 120,0 m ³ / (40 m ³ /hari) = 3 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Pengangkutan Dump Truck 6 m ³ : 2 unit	Driver : 2 org Pekerja : 2 org	48 m ³ /hari	= 120,0 m ³ x 1,2 = 144 m ³	= 144,0 m ³ / (48 m ³ /hari) = 3 hari	1 truk 4 rate/hari
Fabrikasi Pembesian Bar Bender : 1 unit Bar Cutter : 1 unit	Foremen : 1 org Tk Besi : 3 org Pekerja : 4 org	2000 kg/hari	5.470 kg	= 5.470 kg / (2000 kg/hari) = 2,74 ≈ 3 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Perakitan & Instalasi Pembesian	Foremen : 1 org Tk Besi : 5 org Pekerja : 10 org	650 kg/hari	5.470 kg	= 5.470 kg / (650 kg/hari) = 8,4 ≈ 9 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Bekisting	Foremen : 1 org Tk Kayu : 5 org Pekerja : 3 org	50 m ² /hari	200 m ²	= 200 m ² / (50 m ² /hari) = 4 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Pengecoran Beton K-225 Vibrator : 2 unit Submersible pump : 1 unit	Foremen : 1 org Tk Batu : 2 org Pekerja : 10 org	100 m ³ /hari	60,0 m ³	= 60,0 m ³ / (100 m ³ /hari) = 0,6 ≈ 1 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Perawatan beton K-225	Pekerja : 1 org	-	60,0 m ³	= 7 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Pembongkaran Bekisting	Pekerja : 3 org	-	200 m ²	= 2 hari	Hari kerja = 8 jam/hari

Keterangan : Sumber data Angka Produktivitas didapat dari PT. INDO PORA dan pengolahan data oleh penulis

Tabel 5.4. Perhitungan durasi waktu Precast Diaphragm Wall

Peralatan	Crew	Produktivitas	Volume	Durasi	Keterangan
Penggalian Kelly Grab 0,4 m ³ : 1 unit	Operator : 1 org Pekerja : 4 org Welder : 1 org	7,2 m ³ /jam (= 57,6 m ³ /hr)	660 m ³	= 660 m ³ / (57,6 m ³ /hr) = 11,5 ≈ 12 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Pengangkutan Dump Truck 6 m ³ : 4 unit	Driver : 4 org KeneK : 4 org	96 m ³ /hari	= 660 m ³ x 1,5 = 990 m ³	= 990 m ³ / (96 m ³ /hari) = 10,31 ≈ 11 hari	1 truk 4 rate/hari Material lepas & lumpur (Faktor koef 1,5)
Bentonite Slurry Mixing plant : 1 unit Mission Pump : 2 unit Tank 50 m ³ : 2 unit	Operator : 2 org Pekerja : 6 org	10 m ³ /jam (80 m ³ /hari)	660 m ³	= 660 m ³ / (80 m ³ /hari) = 8,25 ≈ 9 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Pemasangan Panel DW Service crane : 1 unit	Operator : 1 org Welder : 1 org Pekerja : 7 org	10 panel /hari	100 panel	= 100 panel / (10 panel /hari) = 10 hari	Hari kerja = 8 jam/hari
Alat Bantu Generator 200 Kva : 1 unit	Elektrikal : 1 org	-			Hari kerja = 8 jam/hari

Keterangan : Sumber data Angka Produktivitas didapat dari PT. INDO PORA dan pengolahan data oleh penulis

Tabel 5.5. Perhitungan durasi waktu Cast in Place Diaphragm Wall

Peralatan	Crew	Produktivitas	Volume	Durasi	Keterangan
Pengaliran Kelly Grab 0,4 m ³ : 1 unit	Operator : 1 org Pekerja : 4 org Welder : 1 org	7,2 m ³ /jam (= 57,6 m ³ /hr)	Primary : 46,2 m ³ /panel	$= (46,2 \text{ m}^3/\text{panel}) / (57,6 \text{ m}^3/\text{hr})$ $= 0,8 \text{ hari}$	Hari kerja = 8 jam/hari 9 panel primary 9 panel secondary
			Secondary : 26,4 m ³ /panel	$= (26,4 \text{ m}^3/\text{panel}) / (57,6 \text{ m}^3/\text{hr})$ $= 0,5 \text{ hari}$	
Pengangkutan Dump Truck 6 m ³ : 4 unit	Driver : 4 org Kendak : 4 org	96 m ³ /hari	Primary : $= 46,2 \text{ m}^3/\text{panel} \times 1,5$ $= 69,3 \text{ m}^3/\text{panel}$	$= (69,3 \text{ m}^3/\text{panel}) / (96 \text{ m}^3/\text{hari})$ $= 0,72 \text{ hari/panel}$	1 truk 4 tri/hari Material lepas & lumpur (faktor koef 1,5) 9 panel primary 9 panel secondary
			Secondary : $= 26,4 \text{ m}^3/\text{panel} \times 1,5$ $= 39,6 \text{ m}^3/\text{panel}$	$= (39,6 \text{ m}^3/\text{panel}) / (96 \text{ m}^3/\text{hari})$ $= 0,41 \text{ hari/panel}$	
Benigante Slurry Mixing plant : 1 unit Mission Pump : 2 unit Tank 30 m ³ : 2 unit	Operator : 2 org Pekerja : 6 org	10 m ³ /jam (80 m ³ /hari)	Primary : 46,2 m ³ /panel	$= (46,2 \text{ m}^3/\text{panel}) / (80 \text{ m}^3/\text{hari})$ $= 0,58 \text{ hari/panel}$	Hari kerja = 8 jam/hari 9 panel primary 9 panel secondary
			Secondary : 26,4 m ³ /panel	$= (26,4 \text{ m}^3/\text{panel}) / (80 \text{ m}^3/\text{hari})$ $= 0,33 \text{ hari/panel}$	
Pemasangan CWS (2 buah) Service crane : 1 unit	Operator : 1 org Welder : 1 org Pekerja : 3 org	1 unit/jam	Primary : 2 unit/panel	$= (2 \text{ unit/panel}) / (1 \text{ unit/jam})$ $= 2 \text{ jam} = 0,25 \text{ hari/panel}$	Hari kerja = 8 jam/hari 9 panel primary Tdk ada CWS secondary
			Secondary :		
Fabrikasi & perakitan Pembesaran Bar Bender : 3 unit Bar Cutter : 3 unit	Foreman : 1 org Ik. Besi : 10 org Pekerja : 15 org	15.000 kg/jam	$= 126.360 \text{ kg} + 136.800 \text{ kg}$ $= 263.250 \text{ kg}$	$= 263.250 \text{ kg} / (15.000 \text{ kg/hari})$ $= 17,55 \text{ hari}$	Hari kerja = 8 jam/hari 9 panel primary 9 panel secondary
			Primary : 14.040 kg/panel	$= (14.040 \text{ kg/panel}) / (15.000 \text{ kg/hari})$ $= 0,94 \text{ hari/panel}$	
Instalasi Pembesaran Service crane : 1 unit	Operator : 1 org Welder : 1 org Pekerja : 7 org	15.000 kg/hari	Secondary : 15.210 kg/panel	$= (15.210 \text{ kg/panel}) / (15.000 \text{ kg/hari})$ $= 1,01 \text{ hari/panel}$	Hari kerja = 8 jam/hari 9 panel primary 9 panel secondary
			Primary : 28,32 m ³ /panel	$= (28,32 \text{ m}^3/\text{panel}) / (100 \text{ m}^3/\text{hari})$ $= 0,28 \text{ hari/panel}$	
Pengecoran Diaphragm Wall Service crane : 1 unit Trennie pipe : 1 unit Submersible pump : 1 unit	Operator : 1 org Foreman : 1 org Pekerja : 10 org	100 m ³ /hari	Secondary : 49,56 m ³ /panel	$= (49,56 \text{ m}^3/\text{panel}) / (100 \text{ m}^3/\text{hari})$ $= 0,49 \text{ hari/panel}$	Hari kerja = 8 jam/hari
			Primary :		
Alat Bantu Generator 200 KVA : 1 unit	Electrical : 1 org	-			Hari kerja = 8 jam/hari

Keterangan : Sumber data Angka Produktivitas didapat dari PT. INDO PORA dan pengolahan data oleh penulis

Setelah hasil perhitungan durasi waktu masing-masing pekerjaan didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan penjadwalan (*Time Schedule*), dengan terlebih dahulu merencanakan hubungan keterkaitan antar kegiatan dan jenis hubungan pekerjaannya. Penjelasannya dapat dilihat pada lampiran 4 : Tabel hubungan keterkaitan antar kegiatan Dinding Diaphragma.

5.3. Analisa Biaya

Analisa perhitungan biaya setiap pekerjaan, berdasarkan pada harga satuan kegiatan pekerjaan dan besarnya biaya overhead yang dikeluarkan selama pelaksanaan pekerjaan pembuatan dinding Diaphragma.

5.3.1. Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Langkah awal perhitungan analisa harga satuan pekerjaan adalah menentukan nilai koefisien pengali, harga material, upah pekerja dan harga sewa peralatan untuk setiap kegiatan pekerjaan. Nilai koefisien sangat dipengaruhi oleh Volume pekerjaan, kemampuan produktivitas, kebutuhan tenaga kerja, alat dan harga material setiap kegiatan pekerjaan dalam satu hari kerja. Sedangkan angka produktivitas dipengaruhi oleh kemampuan tenaga kerja, peralatan dan metode pelaksanaan pekerjaan yang diterapkan dilapangan.

Rumus perhitungan koefisien dapat dilihat pada bab II. Tinjauan Pustaka hal 15.

Pada tinjauan penelitian ini, harga material, upah pekerja, sewa peralatan dan angka produktivitas didapat dari P.T. Indo Pora (Indo Pondasi Raya) Jakarta, selaku pembuat dan pelaksana produk dinding diaphragma pada proyek jalan Under Way Tanah Abang Jakarta. Perhitungan analisa harga satuan setiap pekerjaan ditampilkan dalam bentuk tabel dibawah ini :

Tabel 5.6. Perhitungan analisa harga satuan PEKERJAAN PENDAHULUAN

NO	URAIAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
Pekerjaan Persiapan (m' guide wali)					
1	Jalan Kerja (100 m x 6m)	M2	6.00000	Rp 54.000	Rp 324.000,0
2	Pagar Proyek	M'	2.00000	Rp 65.000	Rp 130.000,0
3	Direksi Keet (4m x10m) x 3 unit	M2	1.20000	Rp 350.000	Rp 420.000,0
4	Pekerjaan Pengukuran	Ls	0.01000	Rp 9.000.000	Rp 90.000,0
				Harga Sat Pek (m')	Rp 964.000,0
Mobilisasi atau Demobilisasi (paket)					
1	Kelly Grab	Ls	1.00000	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000,0
2	Service Crane	Unit	1.00000	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000,0
3	Mixing plant, Mission pump, Tank	Unit	1.00000	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000,0
				Harga Sat Pek (Ls)	Rp 15.000.000,0

Tabel 5.7. Perhitungan analisa harga satuan PEKERJAAN GUIDE WALL (100 m')

NO	URAIAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
	Penggalian (m3)				
1	Excavator + Operator	Unit	0,02500	Rp 500.000	Rp 12.500,0
2	Tukang Gali	org	0,07500	Rp 25.000	Rp 1.875,0
	Pengangkutan hasil galian (m3)				
3	Dump truk + operator	Unit	0,05000	Rp 500.000	Rp 25.000,0
				Harga Sat Pek/m3	Rp 39.375,0
	Fabrikasi Pembesian GW (kg)				
1	Bar Bender	Unit	0,00022	Rp 66.667	Rp 14,8
2	Bar cutter	Unit	0,00022	Rp 66.667	Rp 14,8
3	Foreman	Org	0,00022	Rp 35.000	Rp 7,7
4	Tukang Pembesian	Org	0,00111	Rp 25.000	Rp 27,5
5	Pekerja	Org	0,00156	Rp 17.500	Rp 27,3
6	Besi Beton (total)	Kg	1,00000	Rp 2.500	Rp 2.200,0
	Instalasi Pembesian GW (kg)				
7	Tukang Pembesian	Org	0,00667	Rp 25.000	Rp 166,7
8	Pekerja	Org	0,01000	Rp 17.500	Rp 175,0
				Harga Sat Pek/kg	Rp 2.398,5
	Bekisting Guide Wali (m2)				
1	Foreman	Org	0,02000	Rp 35.000	Rp 700,0
2	Tukang Kayu	Org	0,10000	Rp 25.000	Rp 2.500,0
3	Pekerja	Org	0,06000	Rp 17.500	Rp 1.050,0
4	Material Bekisting (total)	M3	0,10000	Rp 600.000	Rp 60.000,0
				Harga Sat Pek/m2	Rp 51.850,0
	Pengecoran Beton Guide Wali (m3)				
1	Vibrator	unit	0,03333	Rp 50.000	Rp 1.666,7
2	Submersible pump	unit	0,01667	Rp 83.333	Rp 1.388,9
3	Foreman	Org	0,01667	Rp 35.000	Rp 583,4
4	Tukang Batu	Org	0,03333	Rp 25.000	Rp 832,5
5	Pekerja	Org	0,16667	Rp 17.500	Rp 2.916,7
6	Beton K-225	m3	1,00000	Rp 187.000	Rp 187.000,0
				Harga Sat Pek/m3	Rp 193.668,2
	Pembongkaran Bekisting GW (m2)				
1	Tukang Kayu	Org	0,03000	Rp 25.000	Rp 750,0
				Harga Sat Pek/m2	Rp 750,0
	Perawatan Beton GW (m3)				
1	Pekerja	Org	0,11667	Rp 17.500	Rp 2.041,7
				Harga Sat Pek	Rp 2.041,7

Tabel 5.8. Perhitungan analisa harga satuan PEKERJAAN PRECAST DIAPHRAGM WALL (100 m' = 100 lbr = 472 m3)

NO	URAIAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
	Penggalian (m3)				
1	Kelly Grab + Operator	Unit	0,01618	Rp 1.300.000	Rp 23.634,0
	Pengangkutan hasil galian (m3)				
2	Dump truk + operator	Unit	0,07273	Rp 500.000	Rp 36.365,0
				Harga Sat Pek/m3	Rp 59.999,0
	Beton Slurry (m3)				
1	Mixing plant (+ operator)	Unit	0,02121	Rp 100.000	Rp 2.121,2
2	Mission pump (+ operator)	Unit	0,04242	Rp 83.333	Rp 3.535,4
3	Tangki	Unit	0,04242	Rp 20.000	Rp 848,4
4	Bentonite Slurry (total)	m3	1,00000	Rp 180.000	Rp 180.000,0
				Harga Sat Pek/m3	Rp 186.505,0
	Pemasangan Panel precast (lbr)				
1	Service crane (Operator + welder)	Unit	0,10000	Rp 1.083.333	Rp 108.333,3
2	Panel precast	Lbr	1,00000	Rp 8.611.500	Rp 8.611.500,0
3	Semen pengisi rongga (100 zak/m3)	panel	1,00000	Rp 4.130.000	Rp 4.430.000,0
				Harga Sat Pek/panel	12.849.833,0

Tabel 5.9. Perhitungan analisa harga satuan PEKERJAAN CAST IN PLACE (100 m' = 700,92 m3)

NO	URAIAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
1	Penggalian (m3) Kelly Grab + Operator	Unit	0,05816	Rp 1.300.000	Rp 75.608,0
2	Pengangkutan hasil galian (m3) Dump truk + operator	Unit	0,23263	Rp 500.000	Rp 116.315,0
				Harga Sat Pek/m3	Rp 191.923,0
1	Pek Beton Slurry DW (m3) Mixing plant + operator	Unit	0,06122	Rp 100.000	Rp 6.121,8
2	Mission pump + operator	Unit	0,12244	Rp 83.333	Rp 10.203,0
3	Tangki	Unit	0,12244	Rp 20.000	Rp 2.448,8
4	Beton Slurry	m3	1,00000	Rp 180.000	Rp 180.000,0
				Harga Sat Pek/m3	Rp 198.773,6
1	Pemasangan CWS DW (bh) Service crane (Operator + welder)	Unit	0,27778	Rp 1.083.333	Rp 300.928,3
2	Baja CWS	bh	4,22222	Rp 100.000	Rp 422.222,2
				Harga Sat Pek/bh	Rp 723.150,5
1	Fabrikasi Pembesian DW (kg) Bar Bender	Unit	0,00021	Rp 66.667	Rp 13,7
2	Bar cutter	Unit	0,00021	Rp 66.667	Rp 13,7
3	Foreman	Org	0,00007	Rp 35.000	Rp 2,4
4	Tukang Pembesian	Org	0,00068	Rp 25.000	Rp 17,0
5	Pekerja	Org	0,00103	Rp 17.500	Rp 18,0
6	Besi Beton	Kg	1,00000	Rp 2.500	Rp 2.500,0
7	Instalasi Pembesian DW (kg) Service crane	Unit	0,00003	Rp 1.083.333	Rp 32,5
				Harga Sat Pek/kg	Rp 2.597,3
1	Pengecoran Beton DW (m3) Service crane + Operator + welder	Unit	0,02568	Rp 1.083.333	Rp 27.820,0
2	Tremie Pipe	unit	0,02568	Rp 83.333	Rp 2.140,0
3	Submersible pump	unit	0,02568	Rp 83.333	Rp 2.140,0
4	Foreman	Org	0,02568	Rp 35.000	Rp 898,8
5	Pekerja	Org	0,25681	Rp 17.500	Rp 4.494,2
6	Beton K-450	m3	1,00000	Rp 234.000	Rp 234.000,0
				Harga Sat Pek/m3	Rp 271.493,0

5.3.2. Perhitungan Analisa Biaya

Setelah perhitungan harga satuan masing-masing kegiatan didapatkan, maka disusunlah rencana analisa anggaran biaya pelaksanaan. Seperti telah dijelaskan pada bab II Tinjauan Pustaka tentang perhitungan biaya pekerjaan dan pada tabel 2.2 contoh analisa biaya, maka didapatkan hasil analisa biaya pada sistem precast dan cast in place sebagai berikut :

Tabel 5.10. Analisa biaya PEKERJAAN PRECAST DIAPHRAGM WALL (100 m' = 100 lbr = 472 m3)

NO	URAIAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN UNIT	BIAYA
A	PEKERJAAN PENDAHULUAN				
1	Pekerjaan Persiapan (<i>mtiaphragm wall</i>)	m'	100,0	Rp 964.000,0	Rp 96.400.000,0
2	Mobilisasi dan Demobilisasi (paket)	Ls	2,0	Rp 15.000.000,0	Rp 30.000.000,0
B	PEKERJAAN GUIDE WALL				
1	Penggalian dan Pemindahan tanah Galian GW	m3	120,0	Rp 39.375,0	Rp 4.725.000,0
2	Fabrikasi dan Instalasi Pembesian GW	kg	5.470,0	Rp 2.400,0	Rp 13.128.000,0
3	Pembuatan dan Pembongkaran Bekisting GW	m2	200,0	Rp 52.375,0	Rp 10.475.000,0
4	Pengecoran Beton dan Perawatan GW	m3	60,0	Rp 195.710,0	Rp 11.742.600,0
C	PEKERJAAN PRECAST DIAPHRAGM WALL (100 m' = 100 lbr = 472 m3)				
1	Penggalian dan Pemindahan tanah Galian DW	m3	660,0	Rp 60.000,0	Rp 39.600.000,0
2	Pek. Beton Slurry	m3	660,0	Rp 186.505,0	Rp 123.093.300,0
3	Pemasangan Panel precast	lbr	100,0	Rp 12.849.835,0	Rp 1.284.983.500,0
Overhead 15 %					Rp 1.614.153.400,0
TOTAL BIAYA PEKERJAAN PRECAST DIAPHRAGM WALL					Rp 242.123.010,0
					Rp 1.856.276.410,0

Tabel 5.11. Analisa biaya PEKERJAAN CAST IN PLACE DIAPHRAGM WALL (100 m' = 700,92 m3)

NO	URAIAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN UNIT	BIAYA
A	PEKERJAAN PENDAHULUAN				
1	Pekerjaan Persiapan (m' diaphragm wall)	m'	100,0	Rp 964.000,0	Rp 96.400.000,0
2	Mobilisasi dan Demobilisasi (paket)	Ls	2,0	Rp 15.000.000,0	Rp 30.000.000,0
B	PEKERJAAN GUIDE WALL				
1	Penggalian dan Pemindahan tanah Galian	m3	120,0	Rp 39.375,0	Rp 4.725.000,0
2	Fabrikasi dan Instalasi Pembesian GW	kg	5.470,0	Rp 2.400,0	Rp 13.128.000,0
3	Pembuatan dan Pembongkaran Bekisting GW	m2	200,0	Rp 52.375,0	Rp 10.475.000,0
4	Pengecoran Beton dan Perawatan GW	m3	60,0	Rp 195.710,0	Rp 11.742.600,0
C	PEKERJAAN CAST IN PLACE DIAPHRAGM WALL (100 m' = 700,92				
1	Penggalian dan Pemindahan tanah Galian	m3	653,4	Rp 191.925,0	Rp 125.403.795,0
2	Pek Beton Slurry DW	m3	653,4	Rp 198.775,0	Rp 129.879.585,0
3	Pemasangan CWS DW	bh	18,0	Rp 723.150,0	Rp 13.016.700,0
4	Fabrikasi dan Instalasi Pembesian DW	kg	263.250,0	Rp 2.600,0	Rp 684.450.000,0
5	Pengecoran Beton DW	m3	700,9	Rp 271.495,0	Rp 190.290.845,0
Overhead 15 %					Rp 1.309.511.525,0
					Rp 196.426.730,0
TOTAL BIAYA PEKERJAAN PRECAST DIAPHRAGM WALL					Rp 1.505.938.255,0

BAB VI

ANALISA PERBANDINGAN PEKERJAAN

Analisa perbandingan pekerjaan sistem cor setempat (*cast in place*) dan sistem pracetak (*precast*) dengan tinjauan sepanjang 100 m' pada pembangunan dinding penahan tanah (*diaphragm wall*) di proyek under way Tanah Abang Jakarta berdasarkan metode matriks evaluasi.

Adapun beberapa tinjauan analisa perbandingannya antara lain sebagai berikut :

1. Waktu Pelaksanaan
2. Biaya Pelaksanaan
3. Metode Pelaksanaan

6.1. Perbandingan Waktu Pelaksanaan

Perhitungan waktu pelaksanaan sangat penting untuk diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi suatu pekerjaan dapat segera diselesaikan. Suatu pekerjaan bila selesai lebih cepat, maka fasilitas tersebut akan dapat segera di fungsikan. Sehingga menguntungkan semua pihak yang terkait pada pelaksanaan seperti pemilik proyek, konsultan dan kontraktor pelaksana.

Perbandingan waktu pelaksanaan kedua sistem pekerjaan adalah sebagai berikut :

Tabel 6.1. Perbandingan Waktu Pelaksanaan

NO	URAIAN	COR SETEMPAT	PRACETAK
1	Waktu Pelaksanaan	85 hari	60 hari

Dari segi waktu, sistem pracetak lebih cepat, karena hanya membutuhkan waktu pelaksanaan selama 60 hari atau lebih cepat 25 hari dibandingkan dengan sistem cor setempat yang membutuhkan waktu selama 85 hari.

6.2. Perbandingan Biaya Pelaksanaan

Pada setiap pekerjaan faktor utama yang sangat diperhitungkan adalah besarnya biaya yang harus dikeluarkan. Sehingga diperlukan pemikiran pemilihan alternatif pekerjaan yang membutuhkan biaya seminimal mungkin dengan mutu pekerjaan yang terbaik.

Adapun biaya pelaksanaan pembangunan dinding Diaphragma pada Under way Tanah Abang Jakarta adalah sebagai berikut :

Tabel 6.2. Perbandingan Biaya Pelaksanaan

NO	URAIAN	COR SETEMPAT	PRACETAK
1	Biaya Pelaksanaan	Rp. 1.505.983.255,00	Rp. 1.856.276.410,00

Ditinjau dari biaya pelaksanaan, pembuatan dinding diaphragma sistem cor setempat lebih murah dari pada sistem pracetak.

6.3. Perbandingan Metode Pelaksanaan

Perencanaan awal untuk melakukan suatu pekerjaan adalah pemilihan metode pelaksanaan yang tepat agar pekerjaan mudah, cepat dan murah biaya pelaksanaannya. Tinjauan perbandingan pembangunan dinding diaphragma sistem cor setempat dan sistem pracetak pada Under way Tanah Abang Jakarta antara lain adalah sebagai berikut :

1. Kemudahan pelaksanaan :

Pelaksanaan pembuatan dan pemasangan panel pracetak lebih sulit dibandingkan cor setempat, karena diperlukan ketelitian khusus pada saat pembuatan di pabrik maupun proses pemasukan panel kedalam lubang galian yang lebih lebar dibandingkan ukuran ketebalan panel pracetak.

2. Kebutuhan tenaga kerja :

Kebutuhan tenaga kerja sistem pracetak lebih sedikit dibandingkan sistem cor setempat, karena panel pracetak dibuat dipabrik dan pemasangan panel dilakukan dengan alat berat. Sedangkan panel cor setempat terdapat pekerjaan

pabrikasi dan instalasi/perakitan pembesian, serta pekerjaan pengecoran yang membutuhkan lebih banyak tenaga kerja.

3. *Kebutuhan transportasi :*

Pada sistem pracetak sangat membutuhkan alat transportasi mobil trailer untuk membawa panel dari pabrik kelokasi sehingga terdapat kesulitan memasuki lokasi yang berada pada daerah lalu lintas yang padat, sedangkan pada sistem cor setempat tidak membutuhkan alat transportasi khusus.

4. *Hasil :*

Pada pekerjaan panel pracetak akan didapatkan rangkaian panel yang lebih rapi dibandingkan sistem cor setempat, karena panel pracetak dibuat dipabrik dengan cetakan yang presisi bentuknya sedangkan pada pembuatan panel cor setempat terdapat pekerjaan finishing setelah pekerjaan pengecoran panel. Pekerjaan finishing dilakukan secara manual oleh tenaga kerja manusia yang masih memungkinkan terdapat hasil yang kurang rapi dan kesamaan hasil pekerjaan kurang terjamin.

Dari beberapa tinjauan metode pelaksanaan diatas, maka dapat ditentukan bahwa penggunaan sistem pracetak lebih menguntungkan dibandingkan cor setempat.

6.4. Matriks Evaluasi

Matriks evaluasi dibutuhkan untuk memilih suatu metode pelaksanaan pekerjaan dari beberapa alternatif yang telah ditetapkan sebelumnya.

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui metode pelaksanaan yang lebih layak dan menguntungkan walaupun hal tertentu dapat mempengaruhi pemilihan tersebut.

Pembuatan matriks evaluasi melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

6.4.1. Zero One Matriks Evaluasi

Zero one matriks evaluasi merupakan tahapan untuk membandingkan kriteria-kriteria yang lebih penting atau lebih menguntungkan pada kedua sistem dengan membuat suatu perbandingan pada masing-masing kriteria yang ditinjau.

Kriteria-kriteria yang akan ditinjau adalah sebagai berikut :

1. Waktu Pelaksanaan
2. Biaya Pelaksanaan
3. Kemudahan
4. Tenaga Kerja
5. Transportasi
6. Hasil

Tabel 6.3. Zero One Matriks Evaluasi

Kriteria	No	A	B	C	D	E	F	Total (T)	Rangking
Waktu Pelaksanaan	A	X	0	1	1	1	1	4	2
Biaya Pelaksanaan	B	1	X	1	1	1	1	5	1
Kemudahan	C	0	0	X	1	1	1	3	3
Tenaga Kerja	D	0	0	0	X	1	0	1	5
Transportasi	E	0	0	0	0	X	0	0	6
Hasil	F	0	0	0	1	1	X	2	4
Keterangan :									
X = Kriteria sama									
0 = Kriteria kurang penting									
1 = Kriteria lebih penting									

6.4.2. Pembobotan Kriteria

Setelah nilai total dan rangking masing-masing kriteria didapatkan pada tahapan zero one matriks evaluasi, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pembobotan berupa rating pada masing-masing kriteria tersebut.

Tabel 6.4. Bobot Kriteria Matriks Evaluasi

Kriteria	No	Total (T)	Rangking	Rating (T / ΣT)
Waktu Pelaksanaan	A	4	2	0,2667
Biaya Pelaksanaan	B	5	1	0,3333
Kemudahan	C	3	3	0,2000
Tenaga Kerja	D	1	5	0,0667
Transportasi	E	0	6	0
Hasil	F	2	4	0,1333
$\Sigma T =$		15		
Keterangan :				
T = Nilai Total dari Zero One Matriks Evaluasi				
Nilai besar = Kriteria paling penting				
Nilai nol = Kriteria tidak penting				

6.4.3. Matriks Evaluasi Pemilihan Metode Pelaksanaan

Tahapan pemilihan metode pelaksanaan sangat menentukan pada metode matriks evaluasi, sebab pada tahapan ini akan didapatkan suatu rangking antara alternatif sistem pracetak dengan sistem cor setempat.

Perangkingan dilakukan dengan membuat parameter penilaian pada masing-masing kriteria yang ditinjau pada kedua sistem tersebut. Kemudian hasil penilaian kriteria tersebut dijadikan sebagai faktor pengali terhadap nilai faktor yang didapatkan dari nilai rating pada bobot kriteria matriks evaluasi.

Tabel 6.5. Matriks Evaluasi Pemilihan Metode Pelaksanaan

NO	ALTERNATIF	KRITERIA						TOTAL	RANGKING
		WAKTU PELAKSANAAN	BIAYA PELAKSANAAN	KEMUDAHAN	TENAGA KERJA	TRANSPORTASI	HASIL		
		0,2667	0,3333	0,2000	0,0667	0	0,1333		
1	SISTEM COR SETEMPAT	2	2	2	2	3	2	2,0000	1
		0,5334	0,6666	0,4000	0,1334	0	0,2666		
2	SISTEM PRACETAK	3	1	1	3	1	3	1,9334	2
		0,8001	0,3333	0,2000	0,2001	0	0,3999		

Penilaian pada Matriks Evaluasi :

1. Waktu Pelaksanaan

Sistem Cor Setempat = 85 hari (normal = 2)

Sistem Pracetak = 60 hari (cepat = 3)

Parameter :

1 = Lambat, waktu > 90 hari

2 = Normal, 70 hari < waktu < 90 hari

3 = Cepat, waktu < 70 hari

2. Biaya Pelaksanaan

Sistem Cor Setempat = Rp. 1.505.938.255,00 (mahal = 2)

Sistem Pracetak = Rp. 1.856.276.410,00 (sangat mahal = 1)

Parameter :

1 = Sangat mahal, biaya > Rp 1.600.000.000,00

2 = Mahal, Rp. 1.000.000.000,00 < biaya < Rp. 1.600.000.000,00

3 = Murah, biaya < Rp. 1.000.000.000,00

3. Kemudahan

Sistem Cor Setempat = Sistem pelaksanaan tergolong sulit, karena membutuhkan peralatan khusus, bahan cairan khusus (*bentonite slurry*) pada saat penggalian agar galian tidak longsor tanahnya dan memerlukan pemeriksaan setiap saat pada proses pelaksanaan galian dan pengecoran (sulit = 2)

Sistem Pracetak = Sistem pelaksanaan tergolong sangat sulit, karena selain membutuhkan banyak peralatan canggih, bahan larutan khusus (*bentonite slurry*) pada saat penggalian agar galian tidak longsor tanahnya dan memerlukan pemeriksaan setiap saat pada proses pelaksanaan, masih diperlukan ketelitian pemeriksaan yang khusus pada saat pemasangan panel dengan harus melakukan pengukuran kevertikalan dan kehorisontalan panel ketika dimasukan dalam lubang galian agar tidak terjadi pergeseran pada kedua arah tersebut akibat adanya rongga selisih antara lebar galian dengan ketebalan panel (sangat sulit = 1)

Parameter :

- 1 = Sangat sulit :
 - Dibutuhkan peralatan-peralatan yang khusus.
 - Dibutuhkan cairan khusus (bentonite slurry) sebagai pengisi lubang galian sebelum pemasangan panel.
 - Dibutuhkan pemeriksaan pada saat penggalian dan pemasangan panel dengan tingkat ketelitian khusus berupa pengukuran agar tidak terjadi pergeseran panel pada arah vertikal dan horisontal pada saat rangkain panel dipasang yang diakibatkan ukuran panel (40 cm) lebih tipis dibandingkan hasil galian oleh alat gali Kelly grap (60 cm).
- 2 = Suiit :
 - Dibutuhkan peralatan-peralatan yang khusus.
 - Dibutuhkan larutan khusus (bentonite slurry) sebagai pengisi lubang galian sebelum pengecoran.
 - Dibutuhkan pemeriksaan pada saat penggalian dan pemasangan panel dengan tingkat ketelitian lebih mudah, karena pengecoran panel sesuai dengan ukuran galian yang dihasilkan oleh alat berat gali Kelly grab.
- 3 = Mudah :
 - Pelaksanaan pekerjaan tidak membutuhkan peralatan-peralatan yang khusus dan pengawasan yang ketat.

4. Tenaga Kerja

Sistem Cor Setempat = Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan tenaga kerja yang sedikit, karena hanya pada pekerjaan pabrikasi dan perakitan pembesian guide wall dan panel dinding diaphragma yang membutuhkan banyak tenaga kerja. Sedangkan

pekerjaan penggalian dan pengecoran panel dilakukan oleh alat-alat berat seperti kelly grab, service crane dan alat bantu lainnya, sehingga tenaga kerja hanya sebagai pendukung pekerjaan alat-alat berat tersebut. (sedikit = 2)

Sistem Pracetak

= Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan tenaga kerja yang sangat sedikit, karena Pekerjaan pembesian hanya pada tahapan pembuatan guide wall. Sedangkan panel adalah hasil produksi pabrik dan proses pelaksanaan pemasangan panel dilakukan oleh alat berat berupa service crane, sehingga diperlukan tenaga kerja yang sedikit berfungsi sebagai pendukung pelaksanaan pekerjaan (sangat sedikit = 3)

Parameter :

- 1 = Banyak : - Semua pekerjaan melibatkan tenaga kerja
- 2 = Sedikit : - Pekerjaan Pembesian guide wall dan panel diaphragm wall dilakukan oleh tenaga kerja .
- Pekerjaan penggalian dan pengecoran dilakukan oleh alat berat sedangkan tenaga kerja hanya sebagai pendukung pelaksanaan pekerjaan.
- 3 = Sangat sedikit : - Pekerjaan Pembesian guide wall dilakukan oleh tenaga kerja .
- Pekerjaan penggalian dan pembuatan panel dipesan dari pabrik sehingga dilapangan hanya melaksanakan pemasangan panel diaphragm wall dengan alat service crane dan tenaga kerja hanya sebagai pendukung pelaksanaan pekerjaan.

5. *Transportasi*

Sistem Cor Setempat = Tidak memerlukan alat transportasi khusus berupa mobil trailer sebagai pengangkut panel dinding diaphragma, karena pembuatan panel dilakukan pada lokasi pelaksanaan. (tidak perlu = 3)

Sistem Pracetak = Memerlukan alat transportasi khusus berupa mobil trailer sebagai pengangkut panel dinding diaphragma, karena panel pracetak dipesan dari pabrik yang membutuhkan alat angkut yang cukup panjang untuk mengangkut panel tersebut. (perlu = 1)

Parameter :

- 1 = Perlu : Dibutuhkan alat transportasi khusus berupa mobil trailer untuk mengangkut panel pracetak dari pabrik.
- 2 = Kurang perlu : Pekerjaan pengangkutan Panel dapat dilakukan oleh peralatan yang digunakan di proyek, seperti service crane dan dump truk
- 3 = Tidak perlu : Tidak membutuhkan alat transportasi yang khusus berupa trailer, karena pekerjaan pembuatan panel dilakukan di lokasi pekerjaan.

6. *Hasil*

Sistem Cor Setempat = Dinding diaphragma yang dihasilkan dengan mutu yang baik, karena pembuatan panel menggunakan peralatan khusus dan melalui pengontrolan yang ketat saat pengecoran walaupun masih dilakukan pekerjaan finishing berupa perapian yang dilakukan secara manual oleh tenaga kerja. (baik = 2).

Sistem Pracetak = Dinding diaphragma yang dihasilkan rapi, karena Panel dibuat dipabrik dengan cetakan yang seragam dan terkontrol keakuratan ukuran panel serta proses pemasangan yang sangat teliti. (sangat baik = 3)

Parameter :

- 1 = Jelek : Hasil pekerjaan diragukan kerapiannya, karena pekerjaan dilakukan secara konvensional dan terdapat pekerjaan finishing yang dilakukan secara manual oleh tenaga kerja.
- 2 = Baik : Hasil pekerjaan masih diragukan keseragamannya, karena proses pembuatan panel dengan cor setempat masih memerlukan pekerjaan finishing berupa perapian dinding diaphragma oleh tenaga kerja.
- 3 = Sangat baik : Hasil pekerjaan rapi, karena panel merupakan hasil produksi dari pabrik dengan sistem pengawasan yang sangat ketat terhadap keseragaman hasil produksi panel serta pemasangan yang teliti.

6.4.4. Hasil Analisa Matriks Evaluasi

Setelah dilakukan matriks evaluasi pemilihan metode pelaksanaan, didapatkan nilai pembobotan sebagai berikut :

- a. Sistem cor setempat sebagai rangking satu dengan total nilai sebesar 2,0000
- b. Sistem pracetak sebagai rangking dua dengan total nilai sebesar 1,9334

Sehingga ditetapkan bahwa pemakaian metode pelaksanaan dinding diaphragma sistem cor setempat lebih menguntungkan dari pada sistem pracetak

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian studi perbandingan terhadap analisa biaya, waktu dan metode pelaksanaan konstruksi dinding diaphragma pada proyek Underway Tanah Abang Jakarta, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Evaluasi terhadap biaya pelaksanaan adalah :

- a. Sistem Pracetak = Rp. 1.856.276.410,00
- b. Sistem Cor Setempat = Rp. 1.505.983.255,00

Sistem Cor Setempat mempunyai biaya pelaksanaan lebih murah dari pada sistem Pracetak.

2. Evaluasi terhadap waktu pelaksanaan adalah :

- a. Sistem Pracetak = 60 hari
- b. Sistem Cor Setempat = 85 hari

Sistem Pracetak membutuhkan waktu lebih cepat dibandingkan dengan sistem Cor Setempat.

3. Evaluasi terhadap metode pelaksanaan adalah :

- a. Pada pekerjaan penggalian dan Pembuatan dinding Diaphragma sistem Cor Setempat dibedakan antara tahapan primary dan secondary yang membutuhkan pemasangan CWS sebagai bekisting pada saat pengecoran panel, sedangkan pada sistem pracetak tidak ada. Sehingga waktu pelaksanaan sistem Pracetak lebih cepat.
- b. Pengadaan panel Pracetak dipesan dari pabrik dan dapat dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan pabrikasi pembesian guide wall, sedangkan pada sistem Cor setempat terdapat pekerjaan pabrikasi pembesian yang dikerjakan setelah pekerjaan pembesian guide wall selesai. Sehingga menyebabkan waktu pelaksanaan sistem Pracetak lebih cepat.

- c. Keadaan lokasi pekerjaan yang sempit dan lalu-lintas yang padat, pelaksanaan pengangkutan panel pracetak yang mempunyai panjang 12 m dari pabrik ke lokasi membutuhkan alat transportasi khusus berupa trailer dan rute perjalanan yang panjang, sehingga membutuhkan biaya tambahan yang lebih mahal dibandingkan sistem Cor Setempat.
4. Berdasarkan hasil analisa perbandingan pekerjaan dengan *matriks evaluasi pemilihan metode pelaksanaan* terhadap kedua sistem, maka didapatkan nilai atau ranking Cor Setempat yang lebih baik dibandingkan dengan sistem Pracetak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dinding Diaphragma sistem Cor setempat lebih layak digunakan dari pada sistem Pracetak.

7.2. Saran

1. Didalam pemilihan alternatif sistem pelaksanaan pembangunan dinding diaphragma pada proyek under way Tanah Abang Jakarta dengan lokasi yang sempit dan lalu-lintas yang sangat padat sebaiknya tidak hanya mengutamakan perhitungan biaya pelaksanaan dan kemudahan pelaksanaan, akan tetapi juga harus memperhitungkan kecepatan waktu pelaksanaan pekerjaan, karena makin cepat fasilitas tersebut difungsikan maka kepadatan lalu-lintas dapat segera teratasi.
2. Perlu adanya cara pemecahan pemakaian alat pendukung dan alat pengangkutan (transportasi) panel Pracetak dinding diaphragma dari pabrik kelokasi pekerjaan, jika dibutuhkan panel yang lebih panjang dari 12 meter.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap kemungkinan bahwa biaya pelaksanaan pembuatan dinding diaphragma sistem pracetak lebih murah dibandingkan dengan sistem cor setempat, apabila pembuatan dinding diaphragma tersebut sangat panjang bentangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASCE, 1999, *Journal of Construction Engineering and Managemen*, Vol Jully Agustus.
- Callahan M.T, Quackenbush D.G., Rowings J.E., 1992, *Costruction Project Scheduling*, Mc Graw-Hill, United States of America.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Manajemen Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Seri : A, B, C*, Jakarta.
- Frank Harris, *Modern Construction And Ground Engineering Equipment And Methods Second Edition*, Longman Scientific & Technical, University of Wolverhampton, England.
- Hendrickson, C. and Au, T., 1989, *Project Management for Construction*, Prentice Hall, New Jersey.
- INDOPORA PT. (Indonesia Pondasi Raya), 1997, *Bahan Sajian Seminar Sehari Universitas Kristen Maranatha*, Bandung, hal.I-1
- Paulus Nugraha, Ishak Natan, R. Sujipto, 1986, *Manajemen Proyek Konstruksi jilid 2*, Penerbit Kartika Yudha, Jakarta.
- Soeharto, Iman., 1997, *Manajemen Proyek, Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN 1 : Gambar Foto



Gambar 1. Lokasi penempatan Mixing Plan & Pembesian



Gambar 2. Kolam penampungan larutan Bentonite Slurry



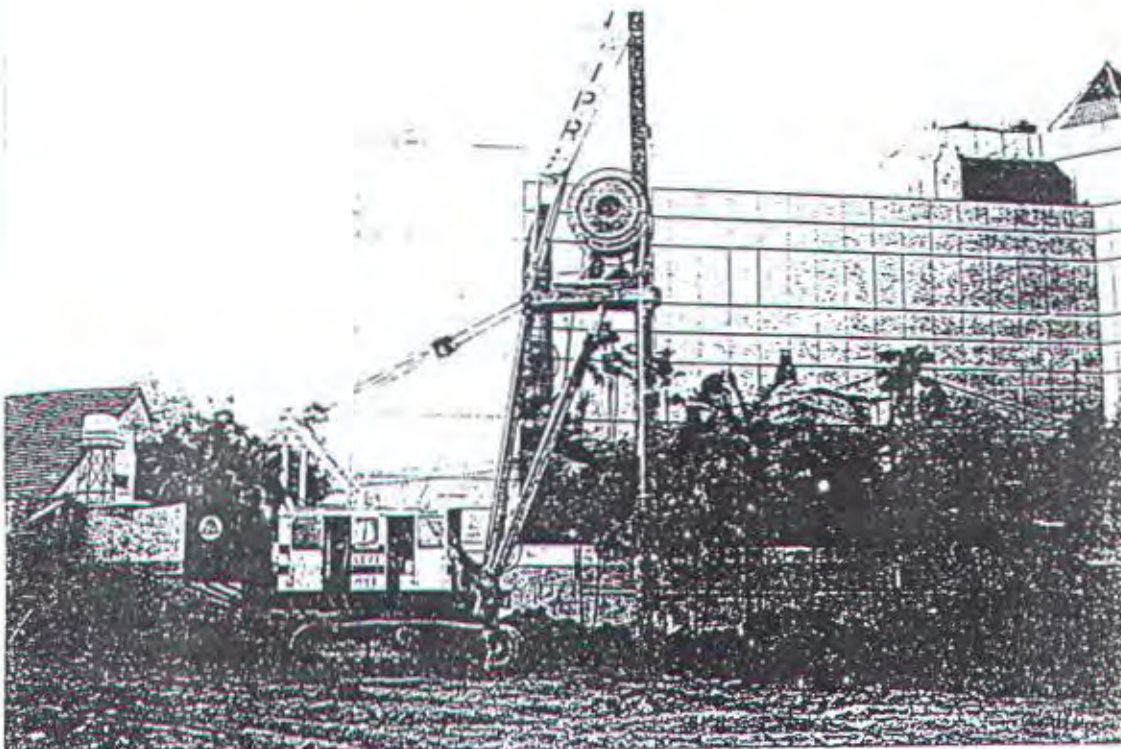
Gambar 3. Pekerjaan pengecoran Guide Wall



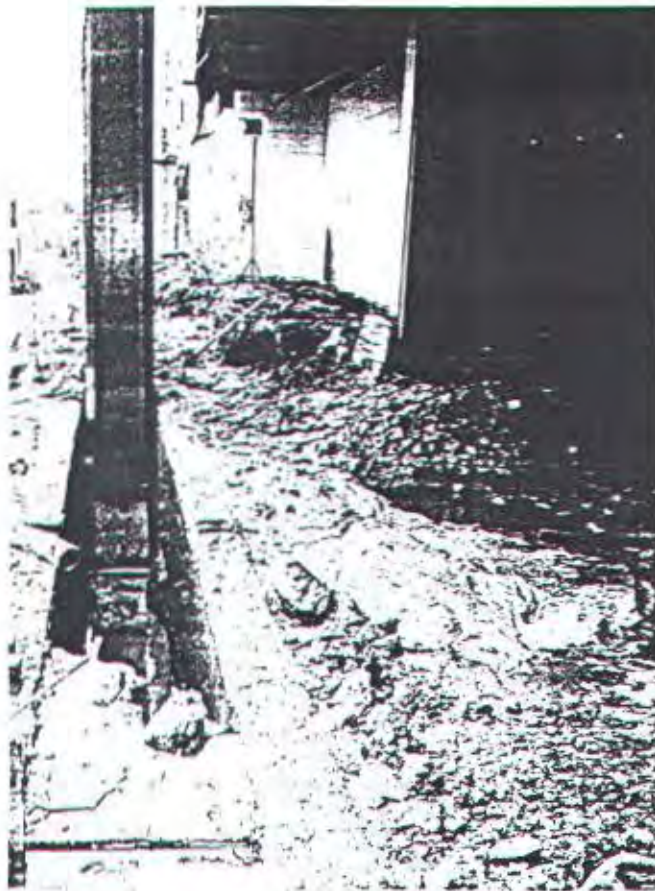
Gambar 4. Pabrikasi Panel Dinding Diaphragma sistem Cor Setempat



Gambar 5. Peralatan gali Kelly Grab



Gambar 6. Pekerjaan Penggalan Dinding Diaphragma



Gambar 7. Detail Proses Penggalian dengan alat Kelly Grab



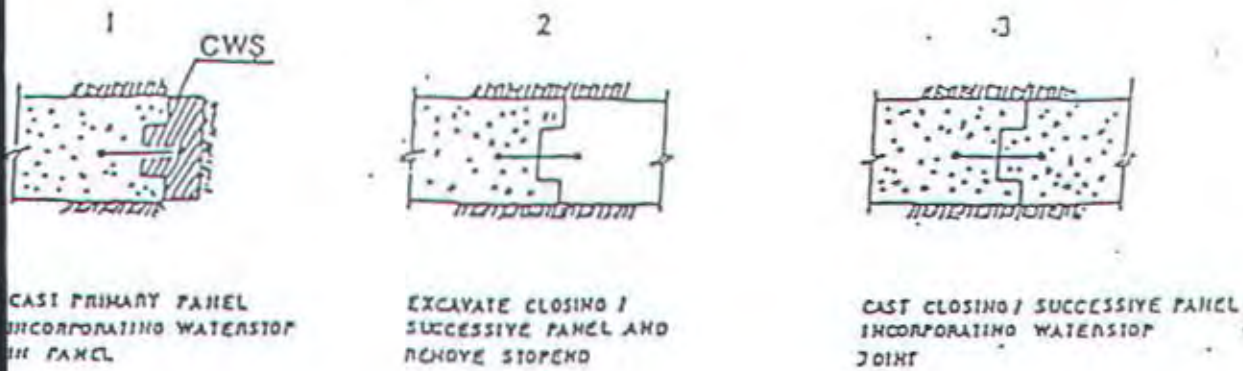
Gambar 8. Proses Pembuangan tanah dengan alat Kelly Grab



Gambar 9. Pemasangan CWS & Pengisian Bentonite Slurry



Gambar 10. Peralatan CWS



TYPICAL DETAIL OF WATERSTOP JOINT (C.W.S.)

N.T.S.

Gambar 11. Detail Bentuk Water Stop Joint (CWS)

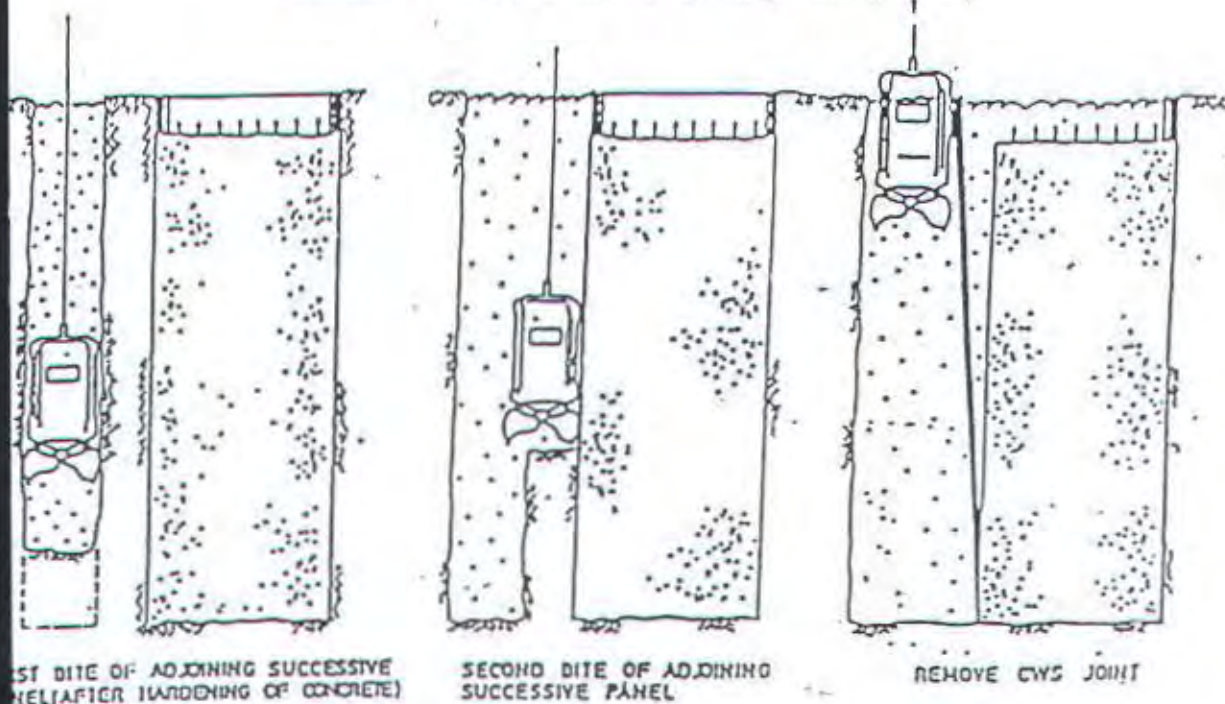


FIGURE : EXCAVATION OF ADJOINING PANEL AND REMOVAL OF CWS JOINT

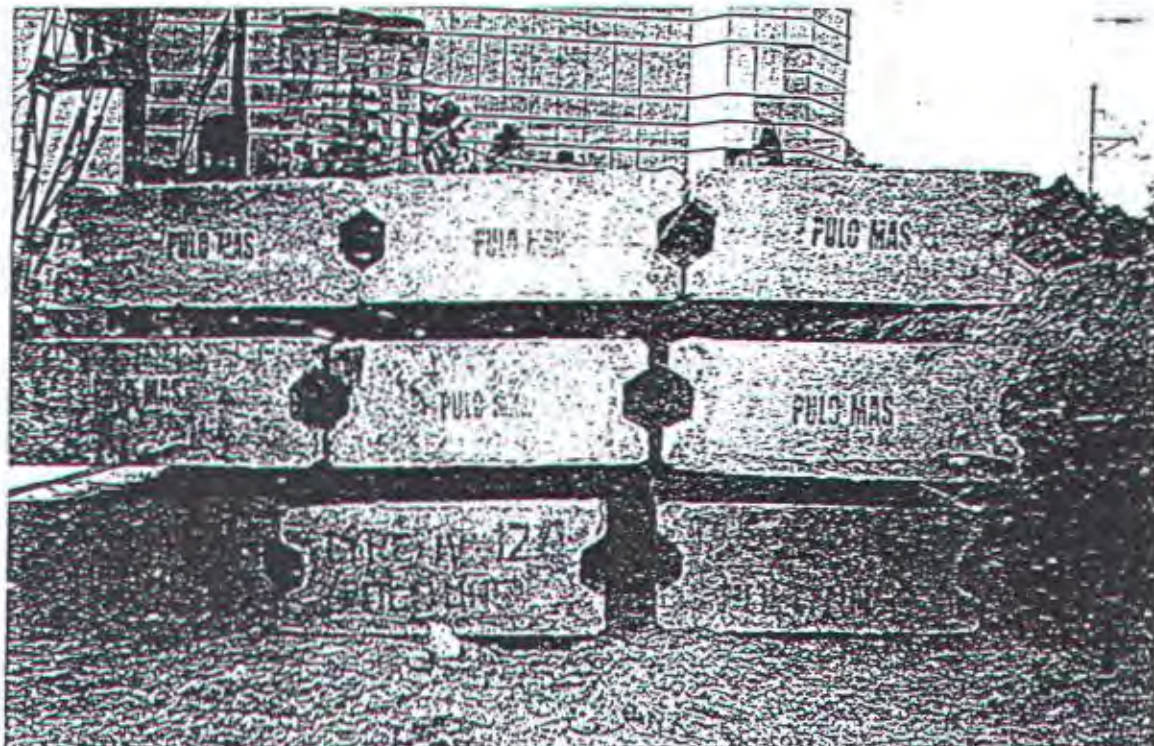


PT. INDONESIA PONDASI RAYA

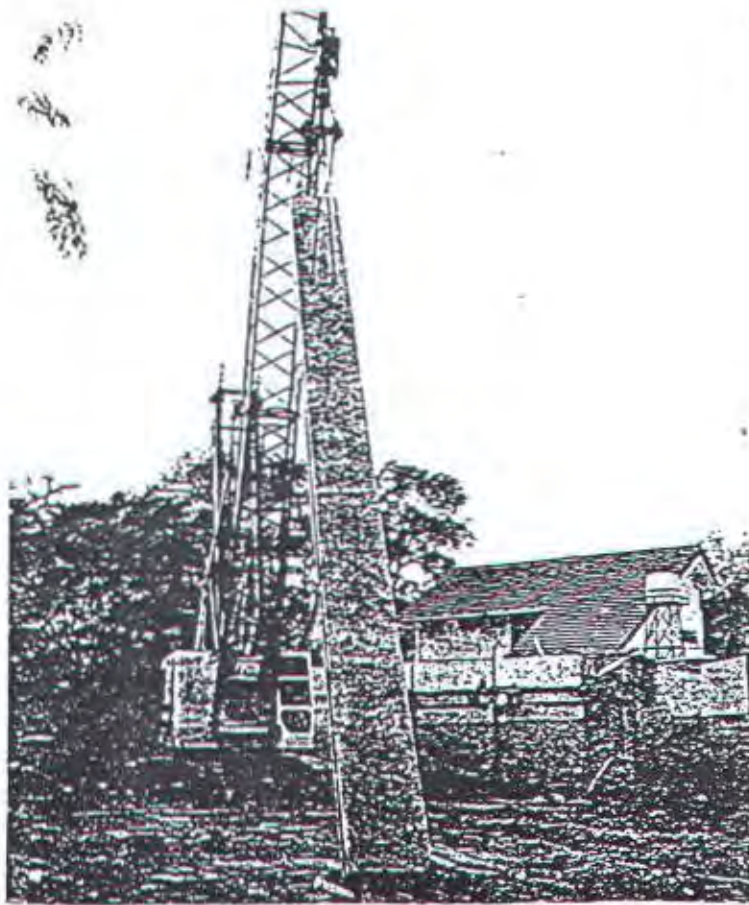
Gambar 12. Tahapan Pelepasan Peralatan CWS



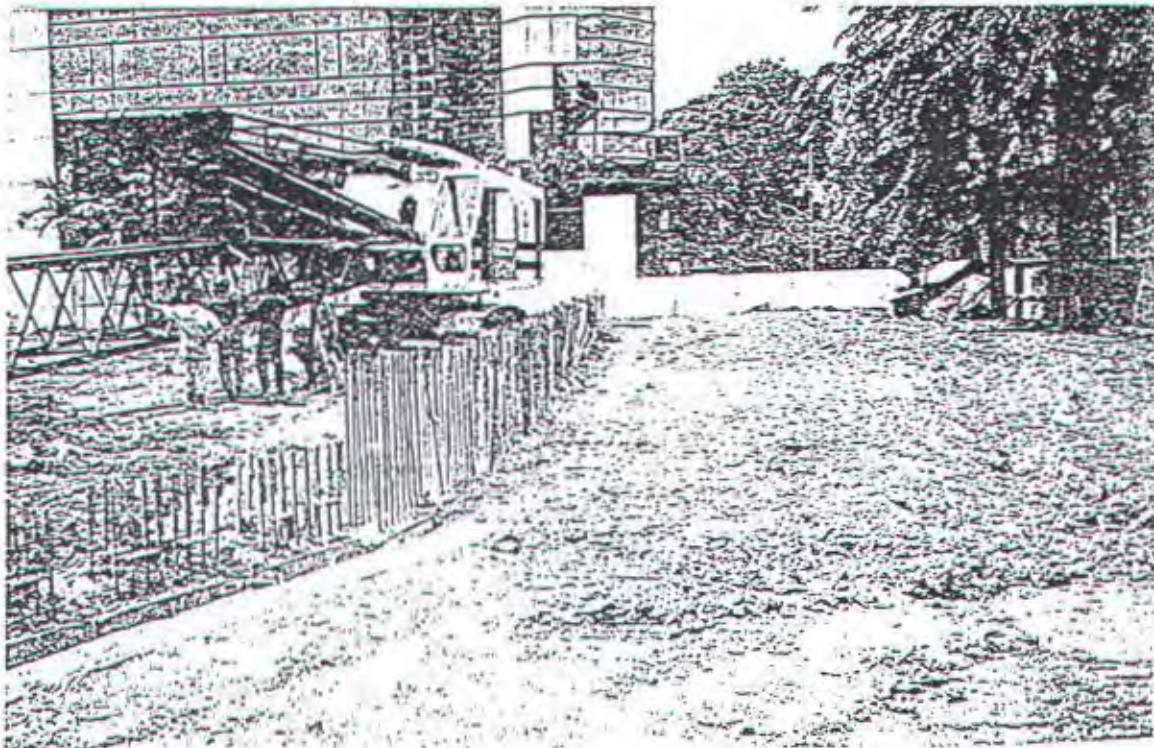
Gambar 13. Cara dan tempat menumpuk Panel Pracetak



Gambar 14. Detail bentuk Panel Pracetak



Gambar 15. Pekerjaan Pengangkatan & Pemasangan Panel Pracetak



Gambar 16. Hasil Pemasangan Panel dinding Diaphragma Pracetak

LAMPIRAN 2 :

TABEL HARGA MATERIAL, UPAH KERJA DAN SEWA PERALATAN

NO	URAIAN	SAT	HARGA (Rp)	KETERANGAN
1	Kelly Grab 0,4 m3 + service crane 50 ton	Unit/bln	Rp 39.000.000	Sewa
2	Service crane 30 ton	Unit/bln	Rp 30.500.000	Sewa
3	Service crane 20 ton	Unit/bln	Rp 25.500.000	Sewa
4	Excavator	Unit/jam	Rp 62.500	Sewa
5	Dump Truck 6 m3	Unit/hari	Rp 500.000	Sewa
6	Mixing plant	Unit/bln	Rp 3.000.000	Sewa
7	Mission Pump	Unit/bln	Rp 2.500.000	Sewa
8	Tank 50 m3	Unit/bln	Rp 600.000	Sewa
9	Submersible pump 4"	Unit/bln	Rp 2.500.000	Sewa
10	Generator 200 KVA	Unit/bln	Rp 7.500.000	Sewa
11	Mesin Las	Unit/bln	Rp 2.000.000	Sewa /200 jam
12	Air compressor	Unit/bln	Rp 3.000.000	Sewa /200 jam
13	Bar Bender	Unit/bln	Rp 2.000.000	Sewa
14	Bar Cutter	Unit/bln	Rp 2.000.000	Sewa
15	Tremie pipe	Unit/bln	Rp 2.500.000	Sewa
16	Vibrator	Unit/bln	Rp 1.500.000	Sewa
17	Baja CWS	bh/bln	Rp 3.000.000	Sewa
18	Project Manager	Org/bln	Rp 3.500.000	Over head
19	Site manager	Org/bln	Rp 2.500.000	Over head
20	Site Engineer	Org/bln	Rp 2.000.000	Over head
21	Supervisor	Org/bln	Rp 1.000.000	Over head
22	Mekanikal	Org/bln	Rp 2.000.000	Over head
23	Elektrikal	Org/bln	Rp 2.000.000	Over head
24	Operator Grab	Org/bln	-	Include
25	Operator Crane Service	Org/bln	-	Include
26	Operator Excavator	Org/bln	-	Include
27	Operator Mixing plant	Org/bln	-	Include
28	Driver	Org/bln	-	Include
29	Welder	Org/bln	-	Include
30	Foreman	Org/hari	Rp 35.000	
31	Tk Batu	Org/hari	Rp 25.000	
32	Tk Gali	Org/hari	Rp 25.000	
33	Tk Besi	Org/hari	Rp 25.000	
34	Tk Kayu	Org/hari	Rp 25.000	
35	Pekerja/Kenek	Org/hari	Rp 17.500	
36	Beton K-225	m3	Rp 187.000	Ready mix
37	Beton K-450 Slump +/-21 cm	m3	Rp 234.000	Ready mix
38	Besi Beton	kg	Rp 2.500	
39	Bentonite Slurry	m3	Rp 180.000	
40	Bekisting	m3	Rp 600.000	
	Pengadaan Panel Precast DW uk. 0.4m x			
41	1.0m x 12 m	lbr	Rp 8.611.500	
42	Semen/ pc (50 kg/zak)	zak	Rp 18.500	
42	Mobilisasi /Demobilisasi	unit/hari	Rp 5.000.000	

Keterangan

Harga satuan pada tahun 2000

LAMPIRAN 3 : TABEL VOLUME KEGIATAN DINDING DIAPHRAGMA

3.1. Precast Diaphragm Wall (100 m')

	URAIAN KEGIATAN	SAT	VOL	KETERANGAN
A	SPK Persiapan (m' guide wall)	m'	100,0	
B	Mobilisasi Peralatan Demobilisasi Peralatan	ls ls	1,0 1,0	
C	Pekerjaan Mixing Plant 1 Supply Beton Slurry	m3	660,0	
D	Pekerjaan Fabrikasi 1 Fabrikasi Pembesian Guide Wall 2 Pengadaan Precast Diaphragm Wall	kg m3	5.470,0 472,0	
E	Pekerjaan Guide Wall 1 Galian & Pemindahan Tanah Galian 2 Instalasi Pembesian 3 Instalasi Bekisting 4 Pengecoran Beton (Cast In Place) 5 Pembongkaran Bekisting 6 Perawatan Beton	m3 kg m2 m3 m2 m3	120,0 5.470,0 200,0 60,0 200,0 60,0	
F	Panel Precast Diaph. Wall (100 panel) 1 Penggalian Panel DW 2 Pemasangan Panel Precast DW	m3 lbr	660,0 100,0	

KETERANGAN :

Hari Kerja = 7 hr/minggu

3.2. Cast In Place Diaphragm Wall (100 m')

	URAIAN KEGIATAN	SAT	VOL	KETERANGAN
A	SPK Persiapan (m' guide wall)	m'	100,0	
B	Mobilisasi Peralatan Demobilisasi Peralatan	Ls Ls	1,0 1,0	
C	Pekerjaan Mixing Plant 1 Supply Beton Slurry	m3	653,4	
D	Pekerjaan Fabrikasi 1 Fabrikasi Pembesian Guide Wall 2 Fab. Pembesian Primary & Second D.WALL	kg kg	5.470,0 263.250,0	
E	Pekerjaan Guide Wall 1 Galian & Pemindahan Tanah Galian 2 Instalasi Pembesian 3 Instalasi Bekisting 4 Pengecoran Beton (Cast In Place) 5 Pembongkaran Bekisting 6 Perawatan Beton	m3 kg m3 m3 m3 m3	120,0 5.470,0 200,0 60,0 200,0 60,0	
F	Primary Panel Diaph. Wall (9 panel) 1 Penggalian 1 Panel DW 2 Pemasangan CWS 3 Instalasi Keranjang Besi (1 panel) 4 Pengecoran 1 Panel	m3 bh kg m3	46,2 2,0 14.040,0 28,3	
G	Secondary Panel Diaph. Wall (9 panel) 1 Penggalian Panel DW (1 Panel) 2 Instalasi Keranjang Besi (1 panel) 3 Pengecoran (1 Panel)	m3 kg m3	26,4 15.210,0 49,6	

KETERANGAN :

Hari Kerja = 7 hr/minggu

LAMPIRAN 4 : TABEL HUBUNGAN KETERKAITAN ANTAR KEGIATAN DINDING DIAPHRAGMA

4.1. Precast Diaphragm Wall

	URAIAN KEGIATAN	DURASI (Hari)	KODE	Prede- cessor	Jenis Hubungan
A	SPK		A1		
	Persiapan	13	A2	A1	S-S
B	Mobilisasi Peralatan	6	B1	A2	F-S
	Demobilisasi Peralatan	6	B2	F1, F2	F-S, F-S
C	Pekerjaan Mixing Plant				
1	Supply Beton Slurry	32	C1	B1	F-S Lag+1
D	Pekerjaan Fabrikasi				
1	Fabrikasi Pembesian Guide Wall	3	D1	A2	F-S
2	Pengadaan Precast Diaphragm Wall	10	D2	A2	F-S
E	Pekerjaan Guide Wall				
1	Galian & Pemindahan Tanah Galian	3	E1	B1	F-S
2	Instalasi Pembesian	9	E2	D1, E1	F-S, F-S
3	Instalasi Bekisting	4	E3	E2	F-F Lag+2
4	Pengecoran Beton (Cast in Place)	1	E4	E3	F-S
5	Pembongkaran Bekisting	2	E5	E4	F-S
6	Perawatan Beton	7	E6	E4	F-S
F	Panel Precast Diaph. Wall (100 panel)				
1	Penggalan Panel DW	12	F1	E5, E6, C1	F-S, F-S, S-S Lag+1
2	Pemasangan Panel Precast DW	10	F2	F1	F-F Lag+1
G	Finish	0	G	B2, H	F-F, F-F
H	Kegiatan Management	59	H	A1	S-S

KETERANGAN :

Hari Kerja = 7 hr/minggu

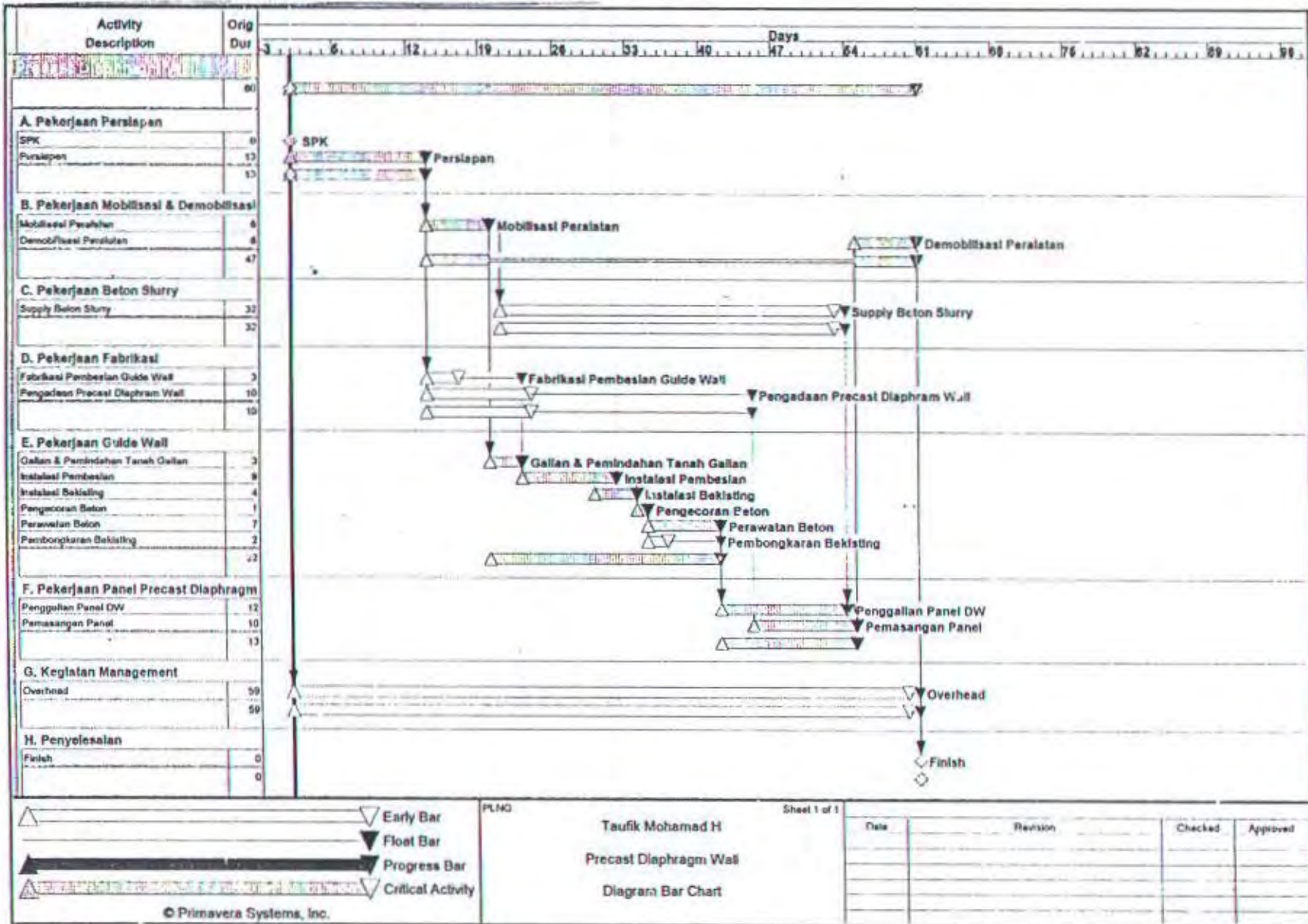
4.2. Cast In Place Diaphragm Wall

	URAIAN KEGIATAN	DURASI (Hari)	KODE	Prede- cessor	Jenis Hubungan
A	SPK	0	A1		
	Persiapan	13	A2	A1	S-S
B	Mobilisasi Peralatan	6	B1	A2	F-S
	Demobilisasi Peralatan	6	B2	G1, G3	F-S, F-S
C	Pekerjaan Mixing Plant				
1	Supply Beton Slurry	32	C1	B1	F-S
D	Pekerjaan Fabrikasi				
1	Fabrikasi Pembesian Guide Wall	3	D1	A2	F-S
2	Fab. Pembesian Primary & Second GW	18	D2	D1	F-S
E	Pekerjaan Guide Wall				
1	Galian & Pemindahan Tanah Galian	3	E1	B1	F-S
2	Instalasi Pembesian	9	E2	D1	F-S
3	Instalasi Bekisting	4	E3	E2	F-F Lag+2
4	Pengecoran Beton (Cast In Place)	1	E4	E3	F-S
5	Pembongkaran Bekisting	2	E5	E4	F-S
6	Perawatan Beton	7	E6	E4	F-S
F	Primary Panel Diaph. Wall (9 panel)				
1	Penggalian 1 Panel DW	1 x 9	F1	E5, E6, C1	F-S, F-S, S-S Lag+1
2	Pemasangan CWS & Keranjang Besi (1 panel)	1 x 9	F2	F1	F-S
3	Pengecoran 1 Panel & Pelepasan CWS	1 x 9	F3	F2	F-S
G	Secondary Panel Diaph. Wall (9 panel)				
1	Penggalian Panel DW (1 Panel)	1 x 9	G1	F4	F-S, F-F
2	Pemasangan Keranjang Besi (1 panel)	1 x 9	G2	G1	F-S
3	Pengecoran (1 Panel)	1 x 9	G3	G2, C1	F-S, F-F Lag+1
H	Finish	0	H	B2, I	F-F, F-F
I	Kegiatan Management	84	I	A1	S-S

KETERANGAN :

Hari Kerja = 7 hr/minggu

5.1. Diagram Bar Chart Precast Diaphragm Wall



Date	Revision	Checked	Approved
------	----------	---------	----------

A. Pekerjaan Secondary Diaphragm Wall		H. Kegiatan Management	
Panah No 1	Q11 Pengisian Panel Q12 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q13 Pemasangan	Q11 Pengisian Panel Q12 Pemasangan Karangang Besi Q13 Pemasangan	1 1 1
Panah No 2	Q21 Pengisian Panel Q22 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q23 Pemasangan	Q21 Pengisian Panel Q22 Pemasangan Karangang Besi Q23 Pemasangan	1 1 1
Panah No 3	Q31 Pengisian Panel Q32 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q33 Pemasangan	Q31 Pengisian Panel Q32 Pemasangan Karangang Besi Q33 Pemasangan	1 1 1
Panah No 4	Q41 Pengisian Panel Q42 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q43 Pemasangan	Q41 Pengisian Panel Q42 Pemasangan Karangang Besi Q43 Pemasangan	1 1 1
Panah No 5	Q51 Pengisian Panel Q52 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q53 Pemasangan	Q51 Pengisian Panel Q52 Pemasangan Karangang Besi Q53 Pemasangan	1 1 1
Panah No 6	Q61 Pengisian Panel Q62 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q63 Pemasangan	Q61 Pengisian Panel Q62 Pemasangan Karangang Besi Q63 Pemasangan	1 1 1
Panah No 7	Q71 Pengisian Panel Q72 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q73 Pemasangan	Q71 Pengisian Panel Q72 Pemasangan Karangang Besi Q73 Pemasangan	1 1 1
Panah No 8	Q81 Pengisian Panel Q82 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q83 Pemasangan	Q81 Pengisian Panel Q82 Pemasangan Karangang Besi Q83 Pemasangan	1 1 1
Panah No 9	Q91 Pengisian Panel Q92 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q93 Pemasangan	Q91 Pengisian Panel Q92 Pemasangan Karangang Besi Q93 Pemasangan	1 1 1
Panah No 10	Q101 Pengisian Panel Q102 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q103 Pemasangan	Q101 Pengisian Panel Q102 Pemasangan Karangang Besi Q103 Pemasangan	1 1 1
Panah No 11	Q111 Pengisian Panel Q112 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q113 Pemasangan	Q111 Pengisian Panel Q112 Pemasangan Karangang Besi Q113 Pemasangan	1 1 1
Panah No 12	Q121 Pengisian Panel Q122 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q123 Pemasangan	Q121 Pengisian Panel Q122 Pemasangan Karangang Besi Q123 Pemasangan	1 1 1
Panah No 13	Q131 Pengisian Panel Q132 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q133 Pemasangan	Q131 Pengisian Panel Q132 Pemasangan Karangang Besi Q133 Pemasangan	1 1 1
Panah No 14	Q141 Pengisian Panel Q142 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q143 Pemasangan	Q141 Pengisian Panel Q142 Pemasangan Karangang Besi Q143 Pemasangan	1 1 1
Panah No 15	Q151 Pengisian Panel Q152 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q153 Pemasangan	Q151 Pengisian Panel Q152 Pemasangan Karangang Besi Q153 Pemasangan	1 1 1
Panah No 16	Q161 Pengisian Panel Q162 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q163 Pemasangan	Q161 Pengisian Panel Q162 Pemasangan Karangang Besi Q163 Pemasangan	1 1 1
Panah No 17	Q171 Pengisian Panel Q172 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q173 Pemasangan	Q171 Pengisian Panel Q172 Pemasangan Karangang Besi Q173 Pemasangan	1 1 1
Panah No 18	Q181 Pengisian Panel Q182 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q183 Pemasangan	Q181 Pengisian Panel Q182 Pemasangan Karangang Besi Q183 Pemasangan	1 1 1
Panah No 19	Q191 Pengisian Panel Q192 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q193 Pemasangan	Q191 Pengisian Panel Q192 Pemasangan Karangang Besi Q193 Pemasangan	1 1 1
Panah No 20	Q201 Pengisian Panel Q202 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q203 Pemasangan	Q201 Pengisian Panel Q202 Pemasangan Karangang Besi Q203 Pemasangan	1 1 1
Panah No 21	Q211 Pengisian Panel Q212 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q213 Pemasangan	Q211 Pengisian Panel Q212 Pemasangan Karangang Besi Q213 Pemasangan	1 1 1
Panah No 22	Q221 Pengisian Panel Q222 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q223 Pemasangan	Q221 Pengisian Panel Q222 Pemasangan Karangang Besi Q223 Pemasangan	1 1 1
Panah No 23	Q231 Pengisian Panel Q232 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q233 Pemasangan	Q231 Pengisian Panel Q232 Pemasangan Karangang Besi Q233 Pemasangan	1 1 1
Panah No 24	Q241 Pengisian Panel Q242 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q243 Pemasangan	Q241 Pengisian Panel Q242 Pemasangan Karangang Besi Q243 Pemasangan	1 1 1
Panah No 25	Q251 Pengisian Panel Q252 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q253 Pemasangan	Q251 Pengisian Panel Q252 Pemasangan Karangang Besi Q253 Pemasangan	1 1 1
Panah No 26	Q261 Pengisian Panel Q262 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q263 Pemasangan	Q261 Pengisian Panel Q262 Pemasangan Karangang Besi Q263 Pemasangan	1 1 1
Panah No 27	Q271 Pengisian Panel Q272 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q273 Pemasangan	Q271 Pengisian Panel Q272 Pemasangan Karangang Besi Q273 Pemasangan	1 1 1
Panah No 28	Q281 Pengisian Panel Q282 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q283 Pemasangan	Q281 Pengisian Panel Q282 Pemasangan Karangang Besi Q283 Pemasangan	1 1 1
Panah No 29	Q291 Pengisian Panel Q292 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q293 Pemasangan	Q291 Pengisian Panel Q292 Pemasangan Karangang Besi Q293 Pemasangan	1 1 1
Panah No 30	Q301 Pengisian Panel Q302 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q303 Pemasangan	Q301 Pengisian Panel Q302 Pemasangan Karangang Besi Q303 Pemasangan	1 1 1
Panah No 31	Q311 Pengisian Panel Q312 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q313 Pemasangan	Q311 Pengisian Panel Q312 Pemasangan Karangang Besi Q313 Pemasangan	1 1 1
Panah No 32	Q321 Pengisian Panel Q322 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q323 Pemasangan	Q321 Pengisian Panel Q322 Pemasangan Karangang Besi Q323 Pemasangan	1 1 1
Panah No 33	Q331 Pengisian Panel Q332 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q333 Pemasangan	Q331 Pengisian Panel Q332 Pemasangan Karangang Besi Q333 Pemasangan	1 1 1
Panah No 34	Q341 Pengisian Panel Q342 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q343 Pemasangan	Q341 Pengisian Panel Q342 Pemasangan Karangang Besi Q343 Pemasangan	1 1 1
Panah No 35	Q351 Pengisian Panel Q352 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q353 Pemasangan	Q351 Pengisian Panel Q352 Pemasangan Karangang Besi Q353 Pemasangan	1 1 1
Panah No 36	Q361 Pengisian Panel Q362 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q363 Pemasangan	Q361 Pengisian Panel Q362 Pemasangan Karangang Besi Q363 Pemasangan	1 1 1
Panah No 37	Q371 Pengisian Panel Q372 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q373 Pemasangan	Q371 Pengisian Panel Q372 Pemasangan Karangang Besi Q373 Pemasangan	1 1 1
Panah No 38	Q381 Pengisian Panel Q382 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q383 Pemasangan	Q381 Pengisian Panel Q382 Pemasangan Karangang Besi Q383 Pemasangan	1 1 1
Panah No 39	Q391 Pengisian Panel Q392 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q393 Pemasangan	Q391 Pengisian Panel Q392 Pemasangan Karangang Besi Q393 Pemasangan	1 1 1
Panah No 40	Q401 Pengisian Panel Q402 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q403 Pemasangan	Q401 Pengisian Panel Q402 Pemasangan Karangang Besi Q403 Pemasangan	1 1 1
Panah No 41	Q411 Pengisian Panel Q412 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q413 Pemasangan	Q411 Pengisian Panel Q412 Pemasangan Karangang Besi Q413 Pemasangan	1 1 1
Panah No 42	Q421 Pengisian Panel Q422 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q423 Pemasangan	Q421 Pengisian Panel Q422 Pemasangan Karangang Besi Q423 Pemasangan	1 1 1
Panah No 43	Q431 Pengisian Panel Q432 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q433 Pemasangan	Q431 Pengisian Panel Q432 Pemasangan Karangang Besi Q433 Pemasangan	1 1 1
Panah No 44	Q441 Pengisian Panel Q442 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q443 Pemasangan	Q441 Pengisian Panel Q442 Pemasangan Karangang Besi Q443 Pemasangan	1 1 1
Panah No 45	Q451 Pengisian Panel Q452 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q453 Pemasangan	Q451 Pengisian Panel Q452 Pemasangan Karangang Besi Q453 Pemasangan	1 1 1
Panah No 46	Q461 Pengisian Panel Q462 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q463 Pemasangan	Q461 Pengisian Panel Q462 Pemasangan Karangang Besi Q463 Pemasangan	1 1 1
Panah No 47	Q471 Pengisian Panel Q472 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q473 Pemasangan	Q471 Pengisian Panel Q472 Pemasangan Karangang Besi Q473 Pemasangan	1 1 1
Panah No 48	Q481 Pengisian Panel Q482 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q483 Pemasangan	Q481 Pengisian Panel Q482 Pemasangan Karangang Besi Q483 Pemasangan	1 1 1
Panah No 49	Q491 Pengisian Panel Q492 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q493 Pemasangan	Q491 Pengisian Panel Q492 Pemasangan Karangang Besi Q493 Pemasangan	1 1 1
Panah No 50	Q501 Pengisian Panel Q502 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q503 Pemasangan	Q501 Pengisian Panel Q502 Pemasangan Karangang Besi Q503 Pemasangan	1 1 1
Panah No 51	Q511 Pengisian Panel Q512 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q513 Pemasangan	Q511 Pengisian Panel Q512 Pemasangan Karangang Besi Q513 Pemasangan	1 1 1
Panah No 52	Q521 Pengisian Panel Q522 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q523 Pemasangan	Q521 Pengisian Panel Q522 Pemasangan Karangang Besi Q523 Pemasangan	1 1 1
Panah No 53	Q531 Pengisian Panel Q532 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q533 Pemasangan	Q531 Pengisian Panel Q532 Pemasangan Karangang Besi Q533 Pemasangan	1 1 1
Panah No 54	Q541 Pengisian Panel Q542 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q543 Pemasangan	Q541 Pengisian Panel Q542 Pemasangan Karangang Besi Q543 Pemasangan	1 1 1
Panah No 55	Q551 Pengisian Panel Q552 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q553 Pemasangan	Q551 Pengisian Panel Q552 Pemasangan Karangang Besi Q553 Pemasangan	1 1 1
Panah No 56	Q561 Pengisian Panel Q562 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q563 Pemasangan	Q561 Pengisian Panel Q562 Pemasangan Karangang Besi Q563 Pemasangan	1 1 1
Panah No 57	Q571 Pengisian Panel Q572 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q573 Pemasangan	Q571 Pengisian Panel Q572 Pemasangan Karangang Besi Q573 Pemasangan	1 1 1
Panah No 58	Q581 Pengisian Panel Q582 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q583 Pemasangan	Q581 Pengisian Panel Q582 Pemasangan Karangang Besi Q583 Pemasangan	1 1 1
Panah No 59	Q591 Pengisian Panel Q592 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q593 Pemasangan	Q591 Pengisian Panel Q592 Pemasangan Karangang Besi Q593 Pemasangan	1 1 1
Panah No 60	Q601 Pengisian Panel Q602 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q603 Pemasangan	Q601 Pengisian Panel Q602 Pemasangan Karangang Besi Q603 Pemasangan	1 1 1
Panah No 61	Q611 Pengisian Panel Q612 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q613 Pemasangan	Q611 Pengisian Panel Q612 Pemasangan Karangang Besi Q613 Pemasangan	1 1 1
Panah No 62	Q621 Pengisian Panel Q622 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q623 Pemasangan	Q621 Pengisian Panel Q622 Pemasangan Karangang Besi Q623 Pemasangan	1 1 1
Panah No 63	Q631 Pengisian Panel Q632 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q633 Pemasangan	Q631 Pengisian Panel Q632 Pemasangan Karangang Besi Q633 Pemasangan	1 1 1
Panah No 64	Q641 Pengisian Panel Q642 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q643 Pemasangan	Q641 Pengisian Panel Q642 Pemasangan Karangang Besi Q643 Pemasangan	1 1 1
Panah No 65	Q651 Pengisian Panel Q652 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q653 Pemasangan	Q651 Pengisian Panel Q652 Pemasangan Karangang Besi Q653 Pemasangan	1 1 1
Panah No 66	Q661 Pengisian Panel Q662 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q663 Pemasangan	Q661 Pengisian Panel Q662 Pemasangan Karangang Besi Q663 Pemasangan	1 1 1
Panah No 67	Q671 Pengisian Panel Q672 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q673 Pemasangan	Q671 Pengisian Panel Q672 Pemasangan Karangang Besi Q673 Pemasangan	1 1 1
Panah No 68	Q681 Pengisian Panel Q682 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q683 Pemasangan	Q681 Pengisian Panel Q682 Pemasangan Karangang Besi Q683 Pemasangan	1 1 1
Panah No 69	Q691 Pengisian Panel Q692 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q693 Pemasangan	Q691 Pengisian Panel Q692 Pemasangan Karangang Besi Q693 Pemasangan	1 1 1
Panah No 70	Q701 Pengisian Panel Q702 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q703 Pemasangan	Q701 Pengisian Panel Q702 Pemasangan Karangang Besi Q703 Pemasangan	1 1 1
Panah No 71	Q711 Pengisian Panel Q712 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q713 Pemasangan	Q711 Pengisian Panel Q712 Pemasangan Karangang Besi Q713 Pemasangan	1 1 1
Panah No 72	Q721 Pengisian Panel Q722 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q723 Pemasangan	Q721 Pengisian Panel Q722 Pemasangan Karangang Besi Q723 Pemasangan	1 1 1
Panah No 73	Q731 Pengisian Panel Q732 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q733 Pemasangan	Q731 Pengisian Panel Q732 Pemasangan Karangang Besi Q733 Pemasangan	1 1 1
Panah No 74	Q741 Pengisian Panel Q742 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q743 Pemasangan	Q741 Pengisian Panel Q742 Pemasangan Karangang Besi Q743 Pemasangan	1 1 1
Panah No 75	Q751 Pengisian Panel Q752 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q753 Pemasangan	Q751 Pengisian Panel Q752 Pemasangan Karangang Besi Q753 Pemasangan	1 1 1
Panah No 76	Q761 Pengisian Panel Q762 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q763 Pemasangan	Q761 Pengisian Panel Q762 Pemasangan Karangang Besi Q763 Pemasangan	1 1 1
Panah No 77	Q771 Pengisian Panel Q772 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q773 Pemasangan	Q771 Pengisian Panel Q772 Pemasangan Karangang Besi Q773 Pemasangan	1 1 1
Panah No 78	Q781 Pengisian Panel Q782 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q783 Pemasangan	Q781 Pengisian Panel Q782 Pemasangan Karangang Besi Q783 Pemasangan	1 1 1
Panah No 79	Q791 Pengisian Panel Q792 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q793 Pemasangan	Q791 Pengisian Panel Q792 Pemasangan Karangang Besi Q793 Pemasangan	1 1 1
Panah No 80	Q801 Pengisian Panel Q802 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q803 Pemasangan	Q801 Pengisian Panel Q802 Pemasangan Karangang Besi Q803 Pemasangan	1 1 1
Panah No 81	Q811 Pengisian Panel Q812 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q813 Pemasangan	Q811 Pengisian Panel Q812 Pemasangan Karangang Besi Q813 Pemasangan	1 1 1
Panah No 82	Q821 Pengisian Panel Q822 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q823 Pemasangan	Q821 Pengisian Panel Q822 Pemasangan Karangang Besi Q823 Pemasangan	1 1 1
Panah No 83	Q831 Pengisian Panel Q832 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q833 Pemasangan	Q831 Pengisian Panel Q832 Pemasangan Karangang Besi Q833 Pemasangan	1 1 1
Panah No 84	Q841 Pengisian Panel Q842 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q843 Pemasangan	Q841 Pengisian Panel Q842 Pemasangan Karangang Besi Q843 Pemasangan	1 1 1
Panah No 85	Q851 Pengisian Panel Q852 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q853 Pemasangan	Q851 Pengisian Panel Q852 Pemasangan Karangang Besi Q853 Pemasangan	1 1 1
Panah No 86	Q861 Pengisian Panel Q862 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q863 Pemasangan	Q861 Pengisian Panel Q862 Pemasangan Karangang Besi Q863 Pemasangan	1 1 1
Panah No 87	Q871 Pengisian Panel Q872 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q873 Pemasangan	Q871 Pengisian Panel Q872 Pemasangan Karangang Besi Q873 Pemasangan	1 1 1
Panah No 88	Q881 Pengisian Panel Q882 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q883 Pemasangan	Q881 Pengisian Panel Q882 Pemasangan Karangang Besi Q883 Pemasangan	1 1 1
Panah No 89	Q891 Pengisian Panel Q892 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q893 Pemasangan	Q891 Pengisian Panel Q892 Pemasangan Karangang Besi Q893 Pemasangan	1 1 1
Panah No 90	Q901 Pengisian Panel Q902 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q903 Pemasangan	Q901 Pengisian Panel Q902 Pemasangan Karangang Besi Q903 Pemasangan	1 1 1
Panah No 91	Q911 Pengisian Panel Q912 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q913 Pemasangan	Q911 Pengisian Panel Q912 Pemasangan Karangang Besi Q913 Pemasangan	1 1 1
Panah No 92	Q921 Pengisian Panel Q922 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q923 Pemasangan	Q921 Pengisian Panel Q922 Pemasangan Karangang Besi Q923 Pemasangan	1 1 1
Panah No 93	Q931 Pengisian Panel Q932 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q933 Pemasangan	Q931 Pengisian Panel Q932 Pemasangan Karangang Besi Q933 Pemasangan	1 1 1
Panah No 94	Q941 Pengisian Panel Q942 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q943 Pemasangan	Q941 Pengisian Panel Q942 Pemasangan Karangang Besi Q943 Pemasangan	1 1 1
Panah No 95	Q951 Pengisian Panel Q952 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q953 Pemasangan	Q951 Pengisian Panel Q952 Pemasangan Karangang Besi Q953 Pemasangan	1 1 1
Panah No 96	Q961 Pengisian Panel Q962 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q963 Pemasangan	Q961 Pengisian Panel Q962 Pemasangan Karangang Besi Q963 Pemasangan	1 1 1
Panah No 97	Q971 Pengisian Panel Q972 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q973 Pemasangan	Q971 Pengisian Panel Q972 Pemasangan Karangang Besi Q973 Pemasangan	1 1 1
Panah No 98	Q981 Pengisian Panel Q982 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q983 Pemasangan	Q981 Pengisian Panel Q982 Pemasangan Karangang Besi Q983 Pemasangan	1 1 1
Panah No 99	Q991 Pengisian Panel Q992 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q993 Pemasangan	Q991 Pengisian Panel Q992 Pemasangan Karangang Besi Q993 Pemasangan	1 1 1
Panah No 100	Q1001 Pengisian Panel Q1002 Pemasangan CWS & Karangang Besi Q1003 Pemasangan	Q1001 Pengisian Panel Q1002 Pemasangan Karangang Besi Q1003 Pemasangan	1 1 1

0 Finish

Overhead

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

Pemasangan Karangang Besi

Pengisian Panel

LAMPIRAN 7 : PERHITUNGAN STRUKTUR PANEL PRACETAK

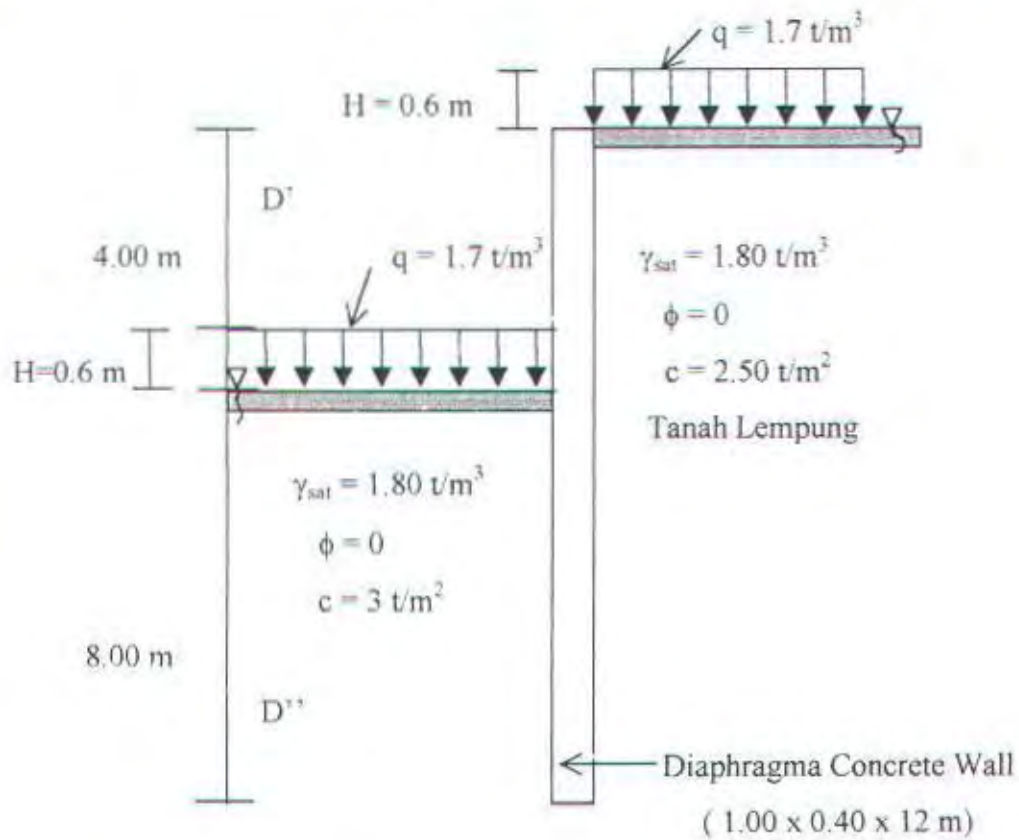
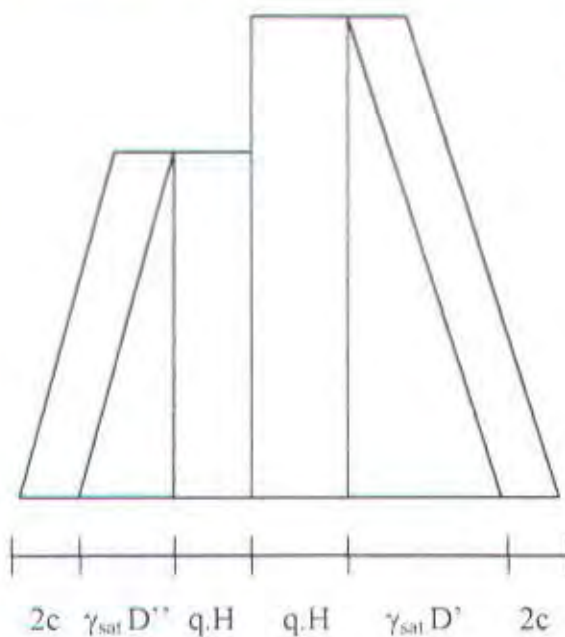
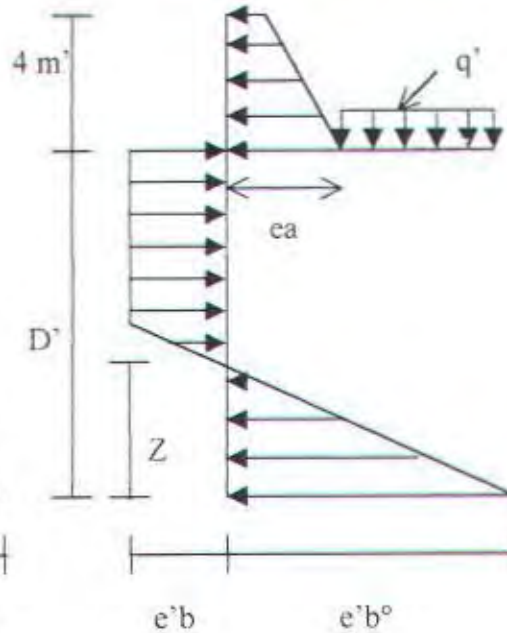


DIAGRAM TEGANGAN TANAH

Kemungkinan Tekanan Tanah Maksimum



Kesetimbangan Tekanan



$$e_a = q' - 2.c$$

$$= \gamma_{sat}.D' + q.h - 2.c$$

$$= (1.8 \times 4) + (1.7 \times 0.6) - (2 \times 2.5)$$

$$= 3.22 \text{ t/m}^2$$

$$e_b' = 4.c - \gamma_{sat}.D' + q.H - q.H$$

$$= (4 \times 2.5) - (1.8 \times 4)$$

$$= 2.80 \text{ t/m}^2$$

$$- \text{Syarat } e_b'' \geq e_b'$$

$$e_b'' = 4.c + \gamma_{sat}.D' + q.H$$

$$= (4 \times 2.5) + (1.8 \times 4) + (1.70 \times 0.6)$$

$$= 18.22 \text{ t/m}^2$$

$$E_a = \frac{1}{2} \times e_a \times 4$$

$$= \frac{1}{2} \times 3.22 \times 4$$

$$= 6.44 \text{ t/m}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$E_a - (4.c - q).D + (4.c - q + e_b') = 0$$

$$6.44 - (2.80 \times D) + X = 0$$

$$\text{Untuk kedalaman } 8 \text{ m } (D = 8 \text{ m})$$

$$6.44 - (2.80 \times 8) + X = 0$$

$$X = 15.92 \text{ m}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$[E_a \times (4/3 + D)] - [(4.c - q).D.D/2] + [(4.c - q + e_b').Z/2.2/3] = 0$$

$$(6.44 \times 9.33) - (2.80 \times 3 \times 2) + (X \times Z/3) = 0$$

$$60.458 - 89.60 + (15.92 \times Z/3) = 0$$

$$Z = 5.70 \text{ m}$$

$$X = 15.92$$

$$(4.c - q + e_b').z/2 = 15.92$$

$$(2.80 + e_b') \times 5.70/2 = 15.92$$

$$e_b' = 2.786 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Syarat } e_b'' \geq e_b' = 2.786 \geq 18.22 \text{ (Kedalaman aman)}$$

- M max

$$P = 0 \rightarrow Ea - eb' \cdot x = 6.44 - 2.80 \cdot (X) = 0$$

$$X = 2.30 \text{ m}$$

$$M \text{ max} = 6.44 \times (4/3 + 2.30) - 3.78 \times (5.70) = 14.683 \text{ Tm'}$$

$$D \text{ max} = 6.44 - (2.80 \times 2.30) + (2.786 \times 5.70) = 15.880 \text{ Ton}$$

$$\sigma = \frac{6.44 + 2.786}{(0.4 \times 1)} + \frac{14.683}{1/6 \times 1 \times (0.4)^2}$$

$$= 573.678 \text{ t/m}^2$$

$$= 57.3680 \text{ Kg/cm}^2$$

PERHITUNGAN PENULANGAN

Penulangan Lentur

- M max = 14.683 Tm
= $146.83 \times 10^3 \text{ Nm}$

- Mutu beton K 450 ($\sigma_{\text{beton}} = 450 \text{ kg/m}^2$)

- $f_c' = [0.76 + 0.2 \cdot \log(f_{ck}/15)] \cdot f_{ck}$
= $[0.76 + 0.2 \times \log(45/15)] \times 40 = 33.8 \text{ MPa}$

- $\rho_b = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$
= $\frac{0.85 \times 0.85 \times 33.8}{300} \times \frac{600}{600 + 300}$
= 0.0543

- $\rho_{\text{min}} = 1.4 / f_y = 1.4 / 300 = 0.0047$

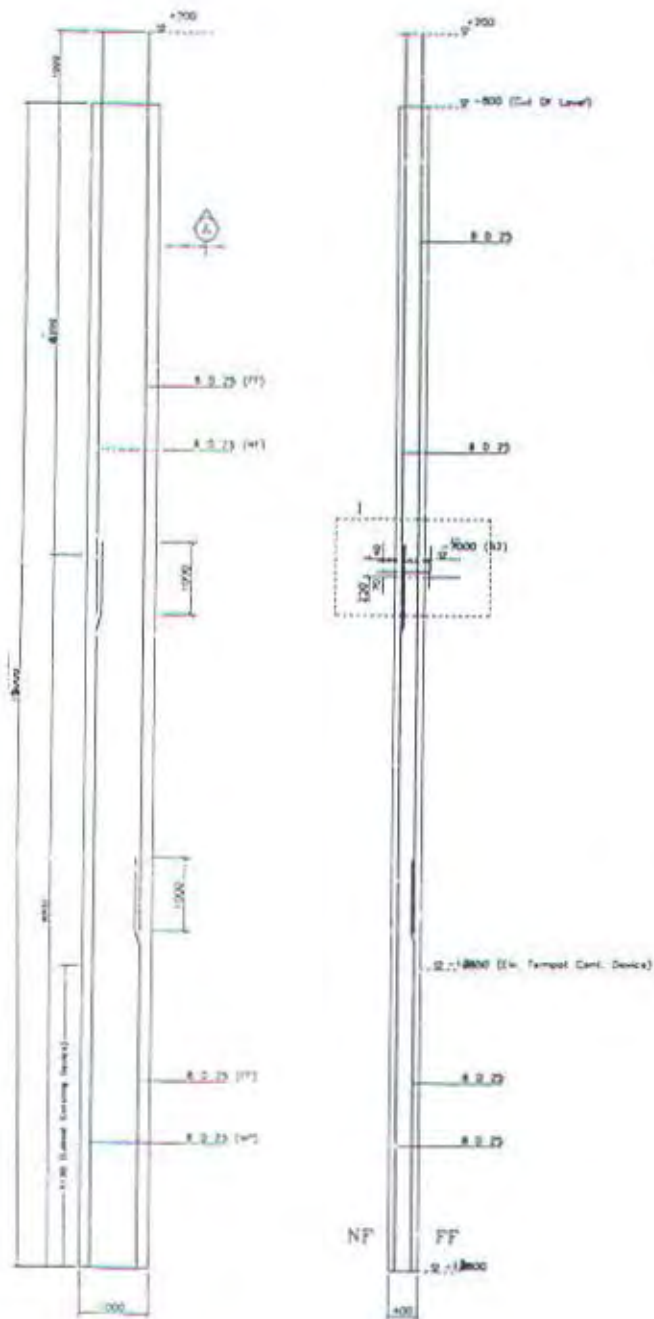
- $\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \rho_b$
= 0.75×0.0543
= 0.0407

- $d = h - \text{selimut beton} - (1/2 \times \varnothing \text{ tulangan})$
 $= 400 - 50 - (1/2 \times 25)$
 $= 337.50 \text{ mm}$
- $m = \frac{f_y}{0.85 \times f_{c'}} = \frac{300}{0.85 \times 33.8} = 10.442$
- $R_n = \frac{M_n}{(b \times d^2)} = \frac{146083000 / 0.8}{(1000 \times 337.5^2)} = 1.611$
- $\rho = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$
 $= \frac{1}{10.442} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 10.442 \times 1.611}{300}} \right)$
 $= 0.0063$
- $A_s = \rho \times b \times d$
 $= 0.0063 \times 1000 \times 337.5$
 $= 2826.25 \text{ mm}^2$
- Dipasang tulangan 8 – D25 ($A_s = 3041.061 \text{ mm}^2$)
- $A_s' = A_s = 2826.25 \text{ mm}^2$
- Dipasang tulangan 8 – D25 ($A_s = 3041.061 \text{ mm}^2$)

Penulangan Geser

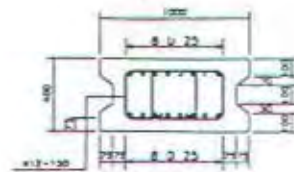
- $V_n = 15.880 \text{ Ton} = 158.80 \times 10^6$
- $d = h - \text{selimut beton} - \varnothing \times 1/2 - (1/2 \times \varnothing \text{ tulangan})$
 $= 400 - 50 - 13/2 - (1/2 \times 25)$
 $= 334 \text{ mm}$

- $V_c = 1/6 \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$
 $= 1/6 \times \sqrt{33.8} \times 1000 \times 334$
 $= 3.23 \times 10^5 \text{ N}$
- $V_s = V_u / \theta - V_c$
 $= (158.8 \times 10^6 / 0.6) - 3.23 \times 10^5$
 $= 264.34 \times 10^6 \text{ N}$
- $A_v = 2 \times 1/4 \times \pi \times \emptyset \text{ sengkang}^2 = 2 \times 1/4 \times \pi \times 13^2 = 265.5 \text{ mm}^2$
- $S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{265.5 \times 300 \times 334}{264.34 \times 10^6 \text{ N}} = 100 \text{ mm}$
- $S_{\max} = \frac{3 \times A_v \times f_y}{b_w} = \frac{3 \times 265.5 \times 300}{1000} = 238.95 \text{ mm}$
- $1/2 \times \emptyset \times V_c = 1/2 \times 0.6 \times 3.23 \times 10^5 = 97090.07 \text{ N}$
- $V_u = 158.80 \times 10^6 > 1/2 \times \emptyset \times V_c = 97090.07 \rightarrow \text{Perlu tulangan geser / sengkang !}$
- Dipasang sengkang D 13 – 100 mm

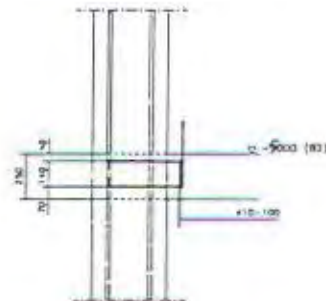


TAMPAK DEPAN
SKALA 1: 50

TAMPAK SAMPING
SKALA 1: 50



POTONGAN A
SKALA 1: 20

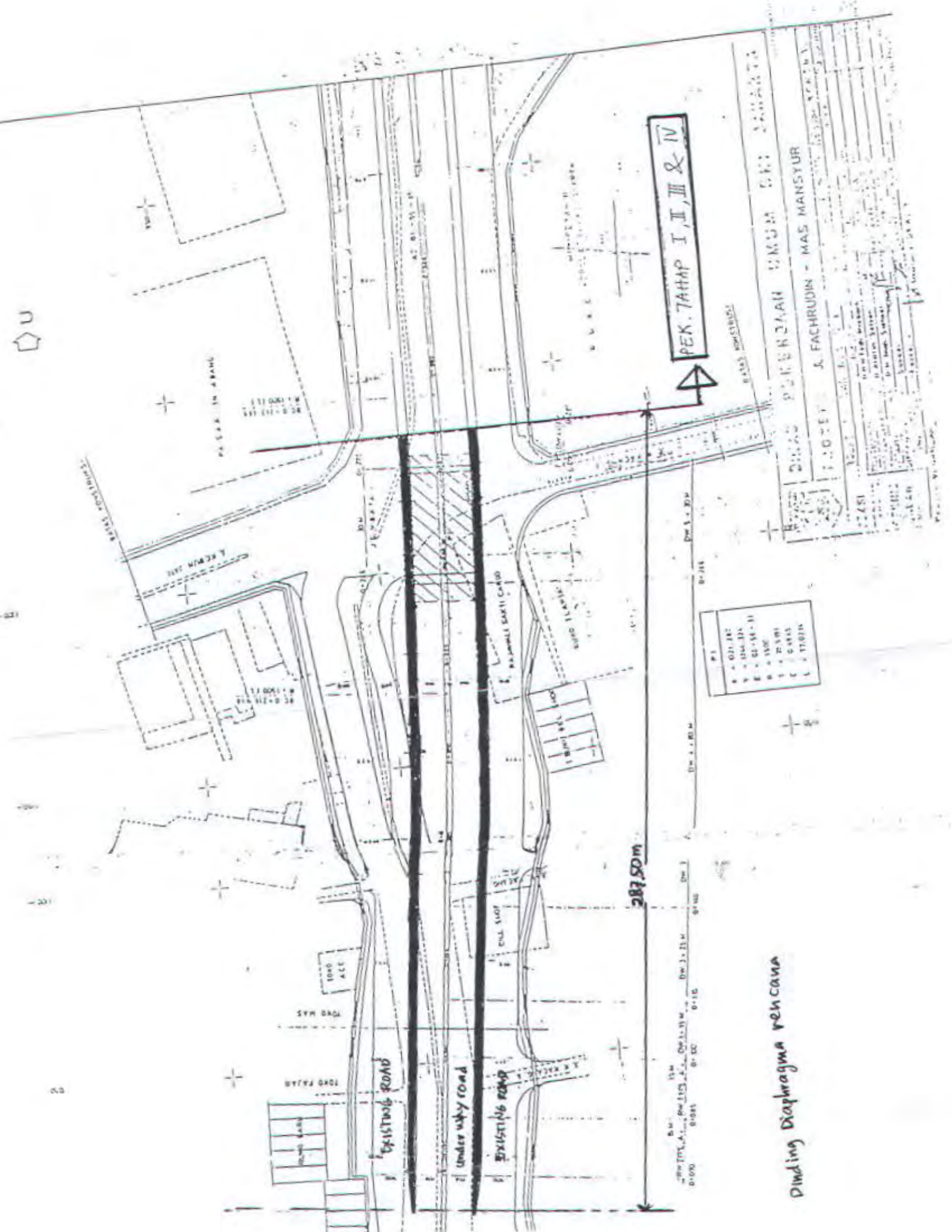


DETAIL I
SKALA 1: 20

DINDING PRECAST

Proyek : UNDERWAY TANAH ABANG
Keterangan : NA-- PANEL 12M. JEMBATAN

Z	Soil type	Nspt	C	α	Nc	$\bar{\sigma}$	$\bar{\sigma}_{avr}$	β	Ks	P	P _{avr}	Nq	Qs	Qb	Qu	Qall	
m			t/m2			t/m3	t/m3			t/m2	t/m2		t	t	t	Qu/2	Qs+qb/3
1	c	1	0,58	1,00	9,00	1,80	1,80			1,80	0,73		1,86	3,13	4,99	2,50	2,90
2	c	2	1,25	1,00	9,00	1,80	1,80			2,9	2,18		5,86	6,75	12,61	6,30	8,11
3	c	1	0,58	1,00	9,00	1,80	1,80			4,35	3,63		7,71	3,13	10,61	5,42	8,76
4	c	5	2,59	1,00	9,00	1,80	1,80			5,8	5,08		18,14	17,60	35,74	17,87	24,01
5	c	7	3,26	1,00	9,00	1,80	1,80			7,25	6,53		32,86	24,83	57,69	28,84	41,13
6	c	5	2,59	1,00	9,00	1,80	1,80			8,7	7,97		43,29	17,60	60,88	30,44	49,15
7	c	2	1,25	1,00	9,00	1,80	0,80			9,15	8,93		47,29	6,75	54,04	27,02	49,54
8	c	4	2,59	1,00	9,00	1,80	0,80			9,6	9,38		55,57	13,98	69,55	34,78	60,52
9	c	4	2,59	1,00	9,00	1,80	0,80			10,05	9,82		63,86	13,98	77,84	38,92	68,52
10	c	4	2,59	1,00	9,00	1,80	0,80			10,5	10,27		72,14	13,98	86,13	43,06	76,80
11	c	4	2,59	1,00	9,00	1,85	0,85			11	10,75		80,43	13,98	94,41	47,21	85,05
12	c	5	2,59	1,00	9,00	1,85	0,85			11,5	11,25		90,86	17,60	108,46	54,23	96,72
13	c	6	2,93	1,00	9,00	1,85	0,85			12	11,75		103,43	21,21	124,64	62,32	110,50
14	c	7	3,26	1,00	9,00	1,85	0,85			12,5	12,25		118,14	24,83	142,97	71,49	126,42
15	c	11	5,28	0,60	9,00	1,85	0,85			13	12,75		132,11	39,29	171,41	85,70	145,21
16	c	8	4,27	0,60	9,00	1,85	0,85			13,5	13,25		142,23	28,45	170,68	85,34	151,71
17	c	9	4,94	0,60	9,00	1,85	0,85			14	13,75		153,63	32,06	185,69	92,85	164,32
18	c	10	5,21	0,60	9,00	1,85	0,85			14,5	14,25		166,31	35,68	201,99	101,00	178,21
19	c	11	5,28	0,60	9,00	1,85	0,85			15	14,75		180,29	39,29	219,58	109,79	193,38
20	c	9	4,94	0,60	9,00	1,85	0,85			15,5	15,25		191,69	32,06	223,75	111,87	202,37
21	c	8	4,27	0,60	9,00	1,90	0,90			16,05	15,77		201,80	28,45	230,25	115,12	211,28
22	c	7	3,26	1,00	9,00	1,90	0,90			16,6	16,32		216,51	24,83	241,34	120,67	224,79
23	c	10	5,61	0,60	9,00	1,90	0,90			17,15	16,87		229,50	35,68	264,88	132,44	241,09
24	c	11	5,28	0,60	9,00	1,90	0,90			17,7	17,42		243,17	39,29	282,47	141,23	256,27
25	c	12	5,95	0,60	9,00	1,90	0,90			18,25	17,97		258,43	42,91	301,34	150,67	272,73
26	c	14	7,29	0,60	9,00	1,90	0,90			18,8	18,52		276,26	50,14	326,40	163,20	292,97
27	c	15	7,96	0,60	9,00	1,90	0,90			19,33	19,07		295,37	53,76	349,13	174,57	313,29
28	c	18	9,96	0,45	9,00	1,90	0,90			19,9	19,62		312,60	64,61	377,21	188,60	334,14
29	c	25	13,65	0,45	9,00	1,90	0,90			20,45	20,17		336,58	89,92	426,50	213,25	366,55
30	c	27	15,99	0,45	9,00	1,90	0,90			21	20,72		362,49	97,15	459,64	229,82	394,87



Pinding Diagramma rencana